

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

**ÉLIQUE DO CARMO ARCANJO**

**ENSINO DE EVOLUÇÃO E A PANDEMIA DA COVID-19: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

**SÃO MATEUS**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL**

**ÉLIQUE DO CARMO ARCANJO**

**ENSINO DE EVOLUÇÃO E A PANDEMIA DA COVID-19: UMA SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM, apresentado à banca de defesa do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Vander Calmon Tosta

**SÃO MATEUS**

**2024**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

A668e Arcanjo, Élique do Carmo, 1973-  
Ensino de evolução e a pandemia da COVID-19 : Uma sequência didática investigativa / Élique do Carmo Arcanjo. - 2024.  
93 p. : il.

Orientador: Vander Calmon Tosta.  
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Ensino. 2. Biologia (Ensino médio). 3. Evolução. 4. Aprendizagem ativa. 5. Protagonismo. 6. COVID-19, Pandemia de, 2020. I. Tosta, Vander Calmon. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 57

---

ÉLIQUE DO CARMO ARCANJO

## ENSINO DE EVOLUÇÃO E A PANDEMIA DA COVID-19: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 24 de setembro de 2024

### COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



**VANDER CALMON TOSTA**  
Data: 04/10/2024 09:23:18-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Vander Calmon Tosta**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

Documento assinado digitalmente



**KARINA CARVALHO MANCINI**  
Data: 05/10/2024 15:15:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Profa. Dra. Karina Carvalho Mancini**  
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente



**MICHELL PEDRUZZI MENDES ARAUJO**  
Data: 13/10/2024 14:54:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Michell Pedruzzi Mendes Araújo**  
Universidade Federal de Goiás

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Dedico a meus pais (*in memoriam*),  
exemplos de amor e cuidado inesgotáveis

## RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Mestrando: Élique do Carmo Arcanjo
Título do TCM: Ensino de Evolução e a Pandemia da Covid-19: Uma Sequência Didática Investigativa
Data da defesa: 24/09/2024
<p>A oportunidade de ingressar em curso de mestrado após quase 20 anos de concluída a graduação é algo gratificante e, em certa medida, inesperado. Gratificante pela oportunidade de voltar ao ambiente acadêmico e ter contato com o que há de mais recente nos campos científico e educacional. Com o perdão do jargão, e da rima também, é beber diretamente na fonte do conhecimento. Inesperado, pois, para um profissional que, como tantos outros Brasil afora, atua em uma jornada de 50h semanais na educação básica, por vezes em duas ou três escolas, tempo para estudar e preparar para um processo seletivo como a prova de ingresso do PROFBIO não é exatamente algo que tenhamos em abundância. Na verdade, nos falta tempo para muitas coisas. De qualquer modo, sou muito grato ao programa por oportunizar a inúmeros professores atuantes na educação básica o sonho de cursar um mestrado, mesmo após muito tempo fora do ambiente universitário.</p> <p>Ao longo do curso muitos foram os desafios, começando pela distância de quase 240km a ser percorrida por nós da região metropolitana da Grande Vitória, às sextas-feiras, do início de 2022 até meados de 2023, para ir até o Campus do CEUNES, em São Mateus (SAMA, para nós que até ficamos íntimos). Não menos desafiadoras foram as numerosas atividades pré e pós encontro, as AASA e provas de qualificação eliminatórias (e aterrorizantes) ao fim de cada semestre, a qualificação do projeto, a pré-defesa...ufa, a defesa!</p> <p>Diversas vezes, extenuado, tive dúvidas se conseguiria chegar até aqui. Mas, esse dia chegou! Tenho convicção que esse percurso, instruído por professores de excelência, e na companhia de uma turma incrivelmente solidária, aguerrida e alto astral, deixaram marcas indeléveis, que impactaram positivamente minha vida e minha prática docente. Gratidão por tudo isso!</p>

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas infinitas oportunidades concedidas ao longo da vida, aquela que, contrariando todas as probabilidades, é a mais improvável de todas as jornadas,

A meus pais, Osvaldo (*in memorian*) e Custódia (*in memorian*), por todos os sacrifícios que fizeram para que os filhos pudessem estudar, sem nunca deixar de nos manifestar seu amor incondicional,

A minha querida e amada Ana Paula, companheira de todas as jornadas dessa vida, sempre me apoiando e acreditando em mim, por maiores que fossem os desafios,

A meus irmãos, Eliete, Laudaete, “Edinho”, Marinete e “Elinho” (*in memorian*), pelo carinho que sempre tiveram com o irmão caçula, e que também foram inspiração para a realização desse mestrado,

Ao meu orientador, professor Dr. Vander Calmon Tosta, pela paciência, incentivo, compreensão, socialização de materiais para pesquisa e revisões extremamente assertivas para as temidas provas de qualificação,

À professora Dra. Karina Carvalho Mancini pelas contribuições excepcionalmente valiosas para a escrita do TCM e confecção do produto educacional, além do incentivo incessante durante os momentos diversos e adversos do mestrado,

À professora Dra. Elisa Mitsuko Aoyama que, na função de coordenadora, foi de uma gentileza e cordialidade impecáveis nos diversos que momentos em que foi acionada para alguma demanda dos mestrandos,

Aos demais professores do PROFBIO/CEUNES, pelas inestimáveis contribuições na formação dos mestrandos que passam pelo programa,

À UFES/CEUNES, por ter aceitado a árdua empreitada de integrar o PROFBIO, proporcionando a professores do Espírito Santo e de estados circunvizinhos a oportunidade de qualificação de excelência em nível de mestrado profissional,

À maravilhosa turma PROFBIO/2022, pelas conversas, dicas, sugestões, materiais de apoio socializados, pelo companheirismo e solidariedade sempre presentes,

Aos colegas de trabalho, em especial ao professor Eduardo Fraga que, na função de diretor escolar me apoiou prontamente na autorização para realização da pesquisa na escola e em outras demandas, à professora Ábia Carvalho, me “cutucando” insistentemente para que fizesse a prova de ingresso do PROFBIO, e ao professor Túlio Permino, pelas palavras de incentivo ao ingressar no mestrado,

Aos estudantes que aceitaram participar da pesquisa para realização deste trabalho,

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, cujo apoio foi imprescindível para a realização deste trabalho - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O ensino de evolução é fundamental para entender a origem da diversidade de formas de vida e as relações entre os seres vivos, sendo também um poderoso instrumento para o desenvolvimento do espírito crítico naqueles que a estudam, pois sua prática é permeada por momentos intensos de análises e reflexões. Todavia, diversos estudos apontam uma série de dificuldades, tanto por parte dos docentes como dos estudantes, quando as aulas de biologia abordam a evolução. A partir dessa constatação, e observando também o contexto da pandemia causada pelo novo coronavírus, foi proposto o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática investigativa para o ensino de conceitos chave de evolução, relacionando-os à Covid-19. O tema sequência didática, bem como suas potencialidades nos processos de ensino e aprendizagem, é abordado por muitos autores. O ensino por investigação, por sua vez, é uma abordagem pedagógica que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, tendo o professor um papel de facilitador do conhecimento que deve propiciar condições para que os alunos atuem como protagonistas na construção do saber. A pesquisa realizada, de natureza qualitativa, foi desenvolvida em uma escola pública da rede estadual do Espírito Santo, situada na cidade de Cariacica, contando com a participação de estudantes da 1ª série do Ensino Médio. Ao longo do percurso metodológico os estudantes fizeram pesquisas relacionadas à evolução da covid-19, com foco em três eixos, buscando correlacionar com os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação: evolução do número de óbitos no Espírito Santo, surgimento de variantes do SARS-Cov-2, e vacinas contra a covid-19. Por meio da análise das observações, comportamentos e conteúdos produzidos e colhidos ao longo do processo, bem como das respostas aos pré-teste e pós-teste, e à pesquisa de opinião, foi possível constatar que os objetivos propostos foram atingidos. Foi observado que os estudantes conseguem fazer um paralelo entre a evolução de outras espécies e a evolução dos vírus, ainda que as justificativas variem em clareza e precisão. Após a aplicação da sequência didática percebeu-se avanço na maior parte dos itens avaliados, relacionados aos conceitos chave de evolução e sua relação com a covid-19. Sobre a utilização do recurso sequência didática investigativa houve manifestação favorável dos estudantes. Também se observou a necessidade de buscar diferentes estratégias levando em conta a diversidade de modos de aprendizagem entre os estudantes.

**Palavras-chave:** Sequência Didática Investigativa; Mutação; Seleção Natural; Adaptação; Covid-19; Alfabetização Científica.

## ABSTRACT

Teaching evolution is essential to understanding the origin of the diversity of life forms and the relationships between living beings. It is also a powerful tool for developing critical thinking in those who study it, since its practice is permeated by intense moments of analysis and reflection. However, several studies point to a series of difficulties, both on the part of teachers and students, when biology classes address evolution. Based on this finding, and also observing the context of the pandemic caused by the new coronavirus, the development and application of an investigative teaching sequence was proposed for teaching key concepts of evolution, relating them to Covid-19. The theme of didactic sequence, as well as its potential in teaching and learning processes, has been addressed by many authors. Teaching by inquiry, in turn, is a pedagogical approach that places students at the center of the learning process, with the teacher playing the role of facilitator of knowledge who must provide conditions for students to act as protagonists in the construction of knowledge. The qualitative research was conducted in a public school in the state of Espírito Santo, located in the city of Cariacica, with the participation of students in the 1st year of high school. Throughout the methodological process, the students conducted research related to the evolution of COVID-19, focusing on three axes, seeking to correlate with the evolutionary concepts of mutation, natural selection and adaptation: evolution of the number of deaths in Espírito Santo, emergence of SARS-Cov-2 variants, and vaccines against COVID-19. Through the analysis of observations, behaviors and content produced and collected throughout the process, as well as responses to the pre-test and post-test, and the opinion survey, it was possible to verify that the proposed objectives were achieved. It was observed that the students are able to draw a parallel between the evolution of other species and the evolution of viruses, although the justifications vary in clarity and precision. After applying the didactic sequence, progress was noted in most of the items evaluated, related to the key concepts of evolution and its relationship with COVID-19. Regarding the use of the investigative didactic sequence resource, there was a favorable response from the students. The need to seek different strategies was also observed, taking into account the diversity of learning methods among students.

**Keywords:** Investigative Didactic Sequence; Mutation; Natural Selection; Adaptation; Covid-19; Scientific Literacy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Conversa inicial com os estudantes .....	29
Figura 2- Estudantes respondendo ao pré-teste .....	29
Figura 3 - Papagaio verde .....	30
Figura 4- Mariposas ( <i>Biston betularia</i> ) .....	30
Figura 5- Bicho-pau .....	31
Figura 6- Crianças africanas albinas .....	31
Figura 7- Urutau (mãe da lua) .....	32
Figura 8: Gráfico da evolução de mortes por covid- 19 no Espírito Santo .....	36
Figura 9: Padlet com as contribuições dos estudantes .....	41

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Número de óbitos por covid-19 no ES .....	37
Tabela 1: Resultados do pré-teste e pós-teste .....	41
Tabela 2: Relação entre número de óbitos e número de casos de Covid .....	51

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIDS: Acquired Immunodeficiency Syndrome

AZT: Azidothymidine

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

ChatGPT: Chat Generative Pre-trained Transformer

COVID-19: Corona Virus Disease of 2019

DF: Distrito Federal

DNA: Deoxyribonucleic Acid

HIV: Human Immunodeficiency Virus

IA: Inteligência Artificial

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Geral

PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

RNA: Ribonucleic Acid

SARS-Cov-2: Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2

SDI: Sequência Didática Investigativa

TALE: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1 Introdução</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>19</b>
1.2.1 Objetivos gerais .....	19
1.2.2 Objetivos específicos .....	19
<b>CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1 Ensino de evolução</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2 Sequência didática e ensino por investigação</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3 Covid-19 e evolução</b> .....	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1 Abordagem, locus e participantes da pesquisa</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2 Questões éticas relacionadas à pesquisa</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3 Etapas da pesquisa</b> .....	<b>27</b>
3.3.1 O questionário (pré-teste e pós-teste) .....	27
3.3.2 Desenvolvimento do produto educacional: sequência didática.....	28
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1 Das atividades desenvolvidas na sequência didática</b> .....	<b>34</b>
4.1.1 Em relação à questão norteadora .....	34
4.1.2 Em relação à pesquisa extraclasse .....	35
<b>4.2 Do pré-teste e do pós-teste</b> .....	<b>41</b>
<b>4.3 Da pesquisa de opinião</b> .....	<b>43</b>
<b>4.4 Adaptações da sequência didática</b> .....	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>60</b>
<b>APÊNDICE A - Carta de Anuência para Realização de Pesquisa</b> .....	<b>61</b>
<b>APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido</b> .....	<b>62</b>
<b>APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b> .....	<b>64</b>
<b>APÊNDICE D - Questionário (pré-teste e pós-teste)</b> .....	<b>67</b>
<b>APÊNDICE E - Sequência Didática Investigativa</b> .....	<b>69</b>
<b>APÊNDICE F- Enquete (pesquisa de opinião)</b> .....	<b>88</b>

**ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética .....90**

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1 Introdução

O ensino da evolução, como componente curricular da disciplina de biologia, é indispensável para compreender a origem da diversidade de formas de vida na Terra, bem como as múltiplas relações entre os diversos grupos de seres vivos da biosfera, tais como as relações ecológicas do tipo predação e competição, e as relações evolutivas, como a coevolução, por exemplo. É justamente sob essa perspectiva que Dobzhansky (1973, p.125) afirma que “nada na biologia faz sentido, exceto à luz da evolução”.

O estudo da evolução, segundo Freeman e Herron (2009) é capaz de oferecer subsídios para a compreensão de questões extremamente importantes, como por exemplo, a evolução do vírus da imunodeficiência humana (HIV), que causa a síndrome da imunodeficiência humana adquirida (AIDS). Sobre esse vírus, o que se constatou, ao longo do tempo, é que as mudanças genéticas de suas populações as tornaram mais resistentes ao primeiro antirretroviral (AZT) usado para combater sua reprodução nas células hospedeiras de pessoas doentes. Trata-se de um exemplo de seleção natural, um dos mecanismos básicos da evolução (Freeman; Herron, 2009). Cabe aqui ressaltar que um dos fatores geradores das mudanças genéticas citadas são as mutações e que, segundo Freeman e Herron (2009), o HIV possui a mais alta taxa de mutação entre todos os vírus ou organismos estudados até então. Logo, uma única linhagem de HIV origina centenas de diferentes variantes da enzima transcriptase reversa (usada na transcrição do RNA viral em DNA) em cada paciente durante a progressão da doença (Freeman; Herron, 2009).

De modo semelhante ao HIV, o SARS-Cov-2, vírus causador da Covid-19, também apresenta RNA como material genético, e é capaz de gerar centenas de milhares de cópias num único hospedeiro, em poucas horas, apresentando alta taxa de mutação (Bizzo, 2021). Mutações comumente encontradas no SARS-Cov-2 ocorrem no gene codificador da proteína Spike, relacionada à entrada do vírus na célula hospedeira (Viana Filho; Oliveira, 2020). Tais características, segundo Bizzo (2021), são bastante favoráveis para o estudo do processo evolutivo. O conceito de evolução e os mecanismos subjacentes a ela, como as mutações e a seleção natural são objeto de estudo da biologia.

Na educação básica, a biologia é uma das disciplinas que integra as ciências da natureza, juntamente com a química e a física. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, as ciências da natureza devem, entre outras competências, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2018). Nesse sentido, é necessário trabalhar o conceito biológico de evolução de modo a solidificar seu entendimento por parte dos estudantes para que possam adquirir o embasamento necessário à tomada de decisões éticas e responsáveis. Ao apresentar o assunto teorias evolutivas espera-se que os educandos desenvolvam, entre outras, a habilidade de:

Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana. (Espírito Santo, 2020, p. 53)

Segundo Oliveira e Bizzo (2015), o conhecimento de tópicos evolutivos entre os estudantes é baixo. Ainda para esses autores há alguns temas relacionados à evolução que dificilmente são reconhecidos como válidos pelos jovens brasileiros, verificando-se algumas lacunas nas percepções sobre a teoria da evolução biológica (Oliveira; Bizzo, 2015).

Para Tidon e Vieira (2009), a teoria da evolução, com todas as atualizações que recebeu, além de explicar a biodiversidade no planeta, apresenta-se como ferramenta excelente para análises e reflexões que desenvolvem o espírito crítico daqueles que a estudam. Por outro lado, Bizzo (2021) argumenta que o ensino de evolução é frequentemente trabalhado de modo pontual, geralmente ao final do terceiro ano do ensino médio, e que essa fragmentação reduz as chances de os estudantes compreenderem que os processos evolutivos ocorrem em todas as áreas da biologia.

O contexto atual ainda é fortemente marcado pelos efeitos da pandemia da Covid-19 e seus desdobramentos, incluindo-se aí o surgimento de muitas variantes do SARS-CoV-2. Nessa perspectiva, com base na relevância e contemporaneidade do tema, propõe-se uma estratégia pedagógica inovadora para o ensino de evolução, por meio de uma sequência didática investigativa que aborde conceitos chave do conteúdo de evolução, estabelecendo conexão com a pandemia da Covid-19. Neste

caso, o caráter inovador da sequência didática está fundamentado na conexão entre os conceitos evolutivos e o fenômeno Covid-19, ainda bem recente.

Nesta sequência didática foram enfatizados os processos de mutação, seleção natural e adaptação que ocorreram ao longo do período de dispersão do novo coronavírus, de modo a proporcionar aos estudantes uma compreensão contextualizada dos princípios da evolução por meio de um exemplo real e atual.

O uso de sequência didática para o ensino de evolução, almeja favorecer a atuação do professor e dos alunos, tanto na construção de conceitos centrais evolutivos, como no desenvolvimento de competências e habilidades específicas da alfabetização científica, entre as quais a argumentação e a elaboração de hipóteses e previsões baseadas em conceitos da evolução biológica (Tonidandel, 2013).

Ainda, de acordo com Tonidandel (2013), o desenvolvimento das habilidades e a construção do conceito biológico de seleção natural para a compreensão do mecanismo de evolução biológica estão alicerçados em dois papéis principais. O primeiro é o do professor, que atua como agente mediador do processo de aprendizagem, facilitando a compreensão dos alunos e orientando-os na exploração dos conceitos. O segundo é desempenhado pelos materiais estruturados que compõem a sequência didática, que são projetados para fornecer as ferramentas cognitivas necessárias para promover a utilização de elementos de investigação da cultura científica. Eles servem como recursos de aprendizagem que ajudam os alunos a entenderem e aplicarem os conceitos de seleção natural e evolução biológica de maneira eficaz. Portanto, a interação entre o professor e os materiais didáticos é crucial para facilitar a compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Relacionar a teoria evolutiva com o fenômeno da covid-19, abarcando os conceitos de mutação, seleção natural e adaptação.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Desenvolver uma sequência didática investigativa para o ensino de evolução, estabelecendo relação com o fenômeno da pandemia da covid-19.

Estimular o desenvolvimento da curiosidade, do pensamento crítico e a capacidade de investigação científica por meio de atividades de pesquisa, análise e reflexão.

## CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Ensino de evolução

O ensino de evolução biológica nas escolas brasileiras enfrenta diversas dificuldades, tanto no âmbito dos discentes, como dos docentes. Segundo Tidon e Vieira (2009), um estudo realizado em Brasília (DF) em 1997, demonstrou que os professores, por meio de questionários, apontaram problemas com o material didático, currículo escolar, e falta de preparo dos alunos para compreensão desse assunto. Nesse mesmo artigo os autores apontam, relativamente às dificuldades docentes que:

Quando indagados sobre padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações). Essas concepções equivocadas, que simplificam a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender. (Tidon; Vieira, 2009, p.1)

Entre os principais desafios atuais ao ensino de evolução, apontados por Bizzo (2021), situam-se os conflitos religiosos em relação a origem do homem, a dificuldade para compreender o conceito de tempo geológico e a visão equivocada de que evolução significa melhoria ou progresso individual ao invés de ocorrer ao longo de gerações em populações. A ideia de melhoria/progresso, como sinônimo de evolução, também é evidenciada no trabalho de Silva e Teixeira (2021), ao apontarem a manifestação de concepções não darwinistas por parte de 79% dos estudantes entrevistados. Ou seja, algumas dificuldades já apontadas por Tidon e Vieira (2009) persistem nos dias de hoje.

Segundo Bizzo e El-Hanni (2009), uma característica comum relacionada ao ensino de evolução em diversas partes do mundo é o baixo desempenho de estudantes que completam seus estudos antes da universidade, ou seja, o equivalente ao ensino médio brasileiro. Esses autores também pontuam que, mesmo entre estudantes de biologia de nível superior, os resultados no Brasil e em outros países se assemelham (2009). Estes resultados sugerem que há razões complexas para as dificuldades de aprendizagem de evolução, que não devem limitar-se à destreza e aos conhecimentos do professor ou às habilidades cognitivas do aluno (Bizzo; El-Hanni, 2009).

Para Meyer e El-Hanni (2005), a evolução não deve ser tratada como mais um conteúdo de biologia, pois as ideias evolutivas têm um papel central, organizador do pensamento biológico. Esse apontamento está embasado na máxima cunhada pelo geneticista Dobzanski (1973) sobre a evolução ser a luz que dá sentido a todas as áreas da biologia.

## **2.2 Sequência didática e ensino por investigação**

Diante das dificuldades relativas ao ensino de evolução, evidenciadas nos diversos âmbitos, níveis e locais, como apontado anteriormente, o instrumento sequência didática, de acordo com Euzébio, Paulino e Conceição (2021), apresenta-se como metodologia flexível e sistemática, distante do padrão tradicional, almejando maior proximidade com a realidade da sala de aula e que permite aos estudantes transcenderem do papel de leitores passivos a agentes no processo de construção do conhecimento.

O tema sequência didática, bem como suas potencialidades no processo de ensino-aprendizagem, é abordado por muitos autores. Freire (2019), argumenta que, na elaboração de uma sequência didática, deve-se adotar uma abordagem dialógica e crítica, valorizando a participação ativa dos estudantes e a problematização da realidade, visando uma educação emancipatória. Para Vygotsky (2007), o planejamento de uma sequência didática deve considerar o que o aluno já é capaz de fazer sozinho e o que pode realizar com a ajuda de um mediador, destacando a importância da interação social e da mediação dos professores para promover o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Bruner (1997), aponta que a concepção de uma sequência didática se dê numa abordagem construtivista, que reconheça a importância da atividade mental do aluno na construção do conhecimento, enfatizando a necessidade de proporcionar experiências significativas e desafiadoras, que estimulem a construção de novos conhecimentos a partir de experiências anteriores e do diálogo com os colegas e professores.

Segundo Zabala (1998), uma sequência didática é um conjunto de atividades, relacionadas entre si, organizadas e articuladas de forma planejada e orientada para alcançar um objetivo de aprendizagem específico, devendo ser sequenciadas de maneira a promover a progressão do conhecimento dos estudantes, considerando, ainda, suas características e necessidades, bem como os recursos disponíveis, de

modo a garantir a eficácia nos processos de ensino e aprendizagem. Perrenoud (2000) considera sequência didática uma organização do ensino estruturada a partir de uma lógica de ação pedagógica, que envolve a articulação de diversas atividades com objetivos claros e progressivos, permitindo aos estudantes desenvolverem múltiplas habilidades e competências.

O ensino por investigação, por sua vez, é uma abordagem pedagógica que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, destacando o papel do professor como facilitador do conhecimento. Nessa perspectiva, o professor assume o papel de propiciar condições para que os alunos atuem como protagonistas na construção do saber. Para Carvalho (2018), no ensino por investigação os alunos são estimulados a pensarem, de acordo com a estrutura do conhecimento, a falarem, de modo a evidenciar argumentos e conhecimentos construídos, a entenderem de modo crítico o conteúdo lido, bem como ser capazes de demonstrar clareza na tradução de ideias em escrita, evidenciando a capacidade autoral. Ainda para a autora:

a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações. (Carvalho, 2018, p. 767)

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação é uma metodologia que pode ser utilizada para diversos conteúdos, sob diferentes formas e em distintas aulas, demonstrando a intenção do professor de posicionar o aluno como protagonista do processo de construção do conhecimento.

Por esse motivo, caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica. (Sasseron, 2015, p. 58)

Ainda de acordo Sasseron (2015), o ensino por investigação, mais que uma estratégia específica, deve ser uma ferramenta associada ao professor, vinculando-se a qualquer recurso de ensino, sendo realizado pelos alunos, por intermédio de orientações do professor. Para ela,

Como abordagem didática, o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes. (Sasseron, 2015, p. 58)

Em um artigo sobre ensino por investigação, Trivelato e Tonidandel (2015, p.99) argumentam que: “Temas pertinentes à biologia como, por exemplo, os conceitos de seleção natural e ancestral comum têm sido um desafio para professores que pretendem trabalhar com atividades investigativas”. Por outro lado, apontam que o uso de sequência de ensino para o estudo de evolução pode favorecer investigações com base em observação e comparação (Trivelato; Tonidandel, 2015), aspectos esses que, segundo Smith e Reiser (2005), favorecem a formulação de hipóteses e a articulação com teorias vigentes na área de biologia. No referido artigo, as autoras argumentam que o ensino por investigação promove a alfabetização científica, aproximando os alunos da natureza da ciência. Neste sentido, consideram que

uma sequência didática de biologia baseada em investigação deve incentivar e propor aos alunos a) uma questão-problema que possibilite o engajamento dos alunos em sua resolução, b) a elaboração de hipóteses em pequenos grupos de discussão, c) a construção e registro de dados obtidos por meio de atividades práticas, de observação, de experimentação, obtidos de outras fontes consultadas, ou fornecidos pela sequência didática; d) a discussão dos dados com seus pares e a consolidação desses resultados de forma escrita e; e) a elaboração de afirmações (conclusões) a partir da construção de argumentos científicos, apresentando evidências articuladas com o apoio baseado nas ciências biológicas. (Trivelato; Tonidandel, 2015, p. 111)

Segundo Carvalho (2013), há diversos tipos de problemas possíveis para iniciar uma sequência de ensino investigativa, muitos de natureza experimental. Todavia, o problema também pode estar baseado em fontes não experimentais, como textos, figuras de jornal, internet ou mesmo conceitos já solidificados pelos alunos. Assim, com base nas dificuldades apresentadas relativas ao ensino de evolução na educação básica, e adotando o conceito de sequência didática como um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais (Araújo, 2013), parece bastante adequado o uso de sequência didática investigativa no ensino de evolução, uma vez que tal abordagem pedagógica permite aos alunos explorar ativamente os conceitos de evolução de um modo mais prático e envolvente.

Além da estratégia metodológica, pretende-se também contextualizar a temática evolutiva com um evento contemporâneo: a pandemia da covid-19. Esta

abordagem contextualizada deve permitir aos estudantes compreenderem a relevância dos conceitos de evolução em um cenário real e atual, tornando o aprendizado mais significativo e pertinente para suas vidas.

### **2.3 Covid-19 e evolução**

Entre novembro e dezembro de 2019, na província de Wuhan (China), foram descritos os primeiros casos de uma síndrome respiratória aguda grave, posteriormente relacionada a um novo tipo de coronavírus, o SARS-CoV-2 (Marson, 2020; Beirão, 2022). A doença foi denominada Covid-19, sigla originada do inglês Corona virus disease of 2019 (Beirão, 2022). A dispersão do novo vírus pelo mundo foi rápida, e em março de 2020 foi decretado estado de pandemia pela Organização Mundial de Saúde (Beirão, 2022). Segundo Marson (2020, p. 209) nos 150 dias subsequentes à detecção do primeiro caso de covid-19 em Wuhan, o mundo já contabilizava mais de um milhão e 900 mil casos diagnosticados, e o Brasil, pouco mais de 22.000 diagnósticos. No mesmo período já eram contabilizados cerca 116 mil mortes no mundo e 1.141 mortes no Brasil (Marson, 2020).

No Espírito Santo, de acordo com a plataforma de registro e monitoramento do governo do estado, o painel covid-19, ao longo de toda a pandemia, até a presente data, foram registrados oficialmente mais de um milhão e 383 mil casos, com 15.212 óbitos (Espírito Santo, 2024). Ao longo de todo esse período de dispersão do novo coronavírus pelo planeta, em diversos momentos surgiam informes pelos meios de comunicação do aparecimento de novas variantes do vírus, decorrentes de mutações sofridas por ele, e sobre a preocupação do surgimento de variantes com maior potencial de transmissão ou ainda, de agravamento da doença.

A produção das primeiras vacinas contra a covid-19, no segundo semestre de 2020, e o início de sua aplicação no Reino Unido em dezembro do mesmo ano (Dias, 2020), e no restante do mundo a partir do início de 2021, foram cruciais para reduzir as transmissões e agravamentos da doença, embora tais resultados tenham demandado um tempo maior para serem efetivados em função de fatores como a limitação de doses de vacina e a taxa de vacinação, entre outros.

Assim, um tema tão atual como a pandemia da Covid-19, diretamente relacionado a aspectos da biologia evolutiva, como as mutações, por exemplo, se

apresenta com grande potencial para ser utilizado como instrumento de ensino de evolução por meio de sequência didática investigativa. A utilização do SARS-CoV-2 como exemplo do processo evolutivo, segundo Bizzo (2021), pode ser uma estratégia educacional interessante para professores, pois permite contextualizar conceitos estudados anteriormente em sala de aula e estimular a problematização inicial dos alunos. Trata-se também de uma oportunidade para os estudantes perceberem a evolução ocorrendo aos nossos olhos, através do surgimento e identificação de novas variantes, bem como sua frequência nas populações e possível seleção natural (Bizzo, 2021).

## **CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO**

### **3.1 Abordagem, locus e participantes da pesquisa**

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, por meio da análise de observações, comportamentos e conteúdos produzidos e colhidos ao longo do processo. Segundo Creswell (2010), esse tipo de pesquisa busca entender e interpretar a experiência humana em contextos sociais e culturais, sendo os dados coletados, por exemplo, por meio de observações, e sua análise realizada de modo indutivo, ou seja, permitindo a emergência de padrões a partir da interpretação desses dados.

O local da pesquisa foi uma escola da rede estadual de ensino, situada em um bairro da área urbana na cidade de Cariacica, Espírito Santo. O Município de Cariacica situa-se na Região Metropolitana da Grande Vitória, e contava, em 2022, com uma população de 353.491 habitantes (IBGE, 2022), distribuídos numa área de aproximadamente 280 km<sup>2</sup>. Faz limite com as cidades de Santa Leopoldina, ao norte, Domingos Martins, a oeste, Viana, ao sul e, Vila Velha, Serra e a capital, Vitória, a leste. É cortado por duas rodovias federais, as BR101 e BR262, representando um importante elo entre o litoral e a região de montanhas, além de rota para outros estados, como Rio de Janeiro, Minas Gerais e Bahia.

Participaram da pesquisa alunos regularmente matriculados em uma turma de 1<sup>a</sup> série do Ensino Médio, do turno matutino, do ano letivo de 2023. A escola, de grande porte, iniciou suas atividades em 1972, sendo que os trâmites para autorização de funcionamento tiveram início no ano anterior. Em 2010 teve início a obra de reconstrução da unidade de ensino, que foi reinaugurada em 2014, sendo, portanto, relativamente nova. Ao longo de sua história, foram ofertadas diversas modalidades de ensino nos níveis fundamental e médio. Atualmente, entretanto, oferta apenas o ensino médio regular nos turnos matutino e vespertino (parcial e intermediário), além da educação de jovens e adultos, exclusiva do período noturno. O ensino médio intermediário é integrado, com habilitação em nível técnico para administração ou comércio.

Com relação à estrutura, a unidade de ensino é do tipo pavimento único, contando com 20 salas de aula, uma biblioteca, um laboratório compartilhado para química, física e biologia, um auditório, uma quadra poliesportiva coberta e outra

descoberta, e duas salas de recursos destinadas aos alunos que necessitam de atendimento educacional especializado. Também possui salas específicas para diretor(a), pedagogos(as), coordenadores(as), professores(as), secretários(as), além de banheiros, refeitório, cozinha e demais dependências, todas com acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida.

### **3.2 Questões éticas relacionadas à pesquisa**

Em observância às normas vigentes, foi solicitada autorização ao diretor da unidade de ensino para que se realizasse a pesquisa em suas dependências. Após receber as orientações e ter acesso à Carta de Anuência Para Realização de Pesquisa (apêndice A) o gestor concedeu a autorização. Em relação aos alunos convidados a participar da pesquisa e seus responsáveis legais, todos foram devidamente orientados por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (apêndice B) e pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice C), disponibilizados pelo professor pesquisador, onde, entre outras informações, consta que a identidade e os dados coletados serão mantidos em sigilo, sendo os mesmos utilizados somente para o desenvolvimento da pesquisa, culminando com a escrita do Trabalho de Conclusão de Mestrado e, eventualmente, publicação de artigo relacionado diretamente à prática de ensino.

Cabe salientar também que a interação entre o pesquisador e os alunos participantes da pesquisa iniciou-se apenas após a anuência por parte do comitê de ética responsável pela análise do projeto. O parecer com a aprovação (anexo A) foi liberado em 30/10/2023, referente à versão 2 do projeto identificado sob o número Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 72058623.5.0000.5063.

### **3.3 Etapas da pesquisa**

#### **3.3.1 O questionário (pré-teste e pós-teste)**

Para embasar o desenvolvimento e a posterior validação da sequência didática, foi elaborado um questionário abordando os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação, contendo 6 questões objetivas, sendo 5 de múltipla escolha e 1

do tipo verdadeiro ou falso (apêndice D). Esse questionário foi utilizado como pré-teste e pós-teste, sendo aplicado individualmente em versão impressa no início da aula 1, e reaplicado ao final da aula 5. Até então os conhecimentos dos estudantes a respeito do tema evolução eram oriundos do ensino fundamental, abordado na disciplina de ciências, no 9º ano. Nesse caso, o enfoque é basicamente comparando as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin, com ênfase nas semelhanças e diferenças entre ambas, e no conceito de seleção natural.

### 3.3.2 Desenvolvimento do produto educacional: sequência didática investigativa

A sequência didática elaborada (apêndice E) é de cunho investigativo, e aborda os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural, e adaptação, correlacionando-os com a pandemia da covid-19. É voltada ao professor, para auxiliar na reprodução e adaptação em sala de aula.

Sua aplicação ocorreu em 5 aulas, divididas na forma de 3 aulas presenciais, com duração de 50 minutos cada, e 2 momentos extraclasse, equivalentes a duas outras aulas. As ações pedagógicas foram organizadas em quatro fases, a saber: orientação, conceitualização, investigação e conclusão.

#### AULA 1 (Em sala) Apresentação do tema e da proposta:

O professor expôs à turma (figura 1) que, em grupos, participariam ativamente de uma sequência de atividades didáticas investigativas, com pesquisas, coleta e análise de dados, sobre a progressão da Covid-19 no Espírito Santo, e que os resultados seriam confrontados com os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação. Na sequência, realizou a aplicação individual de um pré-teste (figura 2), ao qual os estudantes tiveram 10 minutos para responder.

Prosseguindo, o professor orientou que a turma se organizasse em 3 grupos, com 4 a 5 componentes cada. Então, com o uso de um datashow, projetou algumas imagens (figuras 3 a 7) ilustrando exemplos de adaptação e de seleção natural, e na sequência, para gerar a situação problematizadora, indagou à turma:

“É possível estabelecer alguma relação entre o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas entre outros organismos nas populações naturais?”

Nos 10 minutos seguintes, os grupos discutiram e levantaram hipóteses para opinar a respeito. As discussões se deram em caráter verbal entre os integrantes de cada grupo, com anotações a respeito. Posteriormente cada grupo manifestou sua opinião/hipótese para os demais.

Figura 1: conversa inicial com os estudantes



Fonte: acervo do autor (2023)

Figura 2: respondendo ao pré-teste



Fonte: acervo do autor (2023)

Figura 3: Papagaio verde



Fonte: Pixabay

Figura 4: Mariposas (*Biston betularia*)



Fonte: Pixabay

Figura 5: Bicho-pau



Fonte: Pixabay

Figura 6: Crianças africanas albinas



Fonte: istockphoto

Figura 7: Urutau (mãe da lua)



Fonte: istockphoto

Finalizando a primeira aula, os grupos foram orientados a realizar uma pesquisa extraclasse, equivalente às aulas 2 e 3, para apresentação e discussão na semana seguinte. Assim, cada grupo ficou responsável por um dos seguintes tópicos:

\*A trajetória do SARS-Cov-2 e o surgimento de variantes;

\*A evolução do número de mortes causadas pela covid- 19 no Espírito Santo, desde o início da pandemia, até o momento atual;

\*As vacinas contra a covid: das primeiras até as mais atuais, e seu efeito na redução do número de mortes no Espírito Santo.

O professor orientou ainda que os grupos consultassem fontes confiáveis, citando como exemplos o Painel Covid-19, do governo do estado do Espírito Santo, e o portal da Organização Pan-Americana da Saúde.

AULAS 4 e 5, geminadas (Em sala):

O professor atuou mediando os estudantes durante a apresentação dos resultados das pesquisas. Eles deveriam tentar estabelecer conexão entre os resultados encontrados e os conceitos de mutação, seleção natural e adaptação.

A ideia era que cada grupo apresentasse os dados de sua pesquisa e, numa roda de conversa, os resultados seriam confrontados com os conceitos de mutação, seleção natural e adaptação.

Após as apresentações, análise e reflexão das considerações feitas pelos grupos, eles iniciaram a produção coletiva de um texto argumentativo, apontando as evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19. Nesse momento o professor solicitou que o texto produzido, e os resultados das pesquisas que realizaram, fossem postados em um mural virtual (Padlet) disponibilizado por ele (Figura 6).

Ao final, o professor fez um convite para que os estudantes respondessem, posteriormente, via formulário google, a uma enquete (apêndice F) com questões de múltipla escolha, em que poderiam manifestar sua opinião sobre a atividade desenvolvida. Por fim, foi feita aplicação do pós-teste.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os dados produzidos e coletados ao longo e após a aplicação da sequência didática. Tais resultados e discussão estão organizados em três seções secundárias, conforme sequência a seguir.

### 4.1 Das atividades desenvolvidas na sequência didática

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados produzidos pelos estudantes, diretamente relacionados às atividades propostas na sequência didática.

#### 4.1.1 Em relação à questão norteadora

“É possível estabelecer alguma relação entre o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas entre outros organismos nas populações naturais?”. Após 10 minutos para reflexão em grupos, foram obtidas as seguintes respostas:

Grupo 1: “Sim. Como os papagaios passaram por adaptação, porque sofriam muita predação, se adaptaram para sobreviver.”

Grupo 2: “Sim, porque os seres mudam de acordo com a natureza, e os vírus da covid-19 também mudam de acordo os organismos que eles parasitam.”

Grupo 3: “Sim, por que assim como os animais se adaptaram ao ambiente em que vivem, os vírus também se adaptam aos hospedeiros para que se propaguem.”

Observa-se nos três grupos uma concordância em relacionar o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas em outros organismos nas populações naturais. Ao analisar as justificativas nota-se a presença da ideia de adaptação nas respostas dos grupos 1 e 3, como evidenciado a seguir:

Grupo 1: “...os papagaios passaram por adaptação, porque sofriam muita predação, se adaptaram ...”

Grupo 3: “...como os animais se adaptaram ao ambiente em que vivem, os vírus também se adaptam aos hospedeiros ...”.

No grupo 1 a ideia de adaptação está diretamente relacionada à seleção natural, representada pela predação, ao passo que no grupo 3 os estudantes fazem um paralelo entre a adaptação dos animais ao ambiente e a adaptação dos vírus ao hospedeiro, o que é bastante relevante, pois sugere uma compreensão de que os mecanismos evolutivos são universais.

No grupo 2, por outro lado, observa-se a ideia de mutação, subjetivamente representada pela justificativa “...os seres mudam de acordo com a natureza, e os vírus da covid-19 também mudam de acordo os organismos que eles parasitam.” Neste caso, o grupo estabelece uma conexão entre as mudanças dos demais seres vivos em resposta ao ambiente e as mudanças nos vírus, como resposta ao sistema imunológico do hospedeiro que parasitam.

É interessante notar que os estudantes conseguem fazer um paralelo entre a evolução de outras espécies e a evolução dos vírus. Embora as justificativas variem em clareza e precisão, eles compreendem que mudanças e adaptações são respostas a pressões ambientais ou seletivas, e que essas mudanças podem ocorrer em diferentes contextos biológicos. Esta percepção sugere, aparentemente, uma certa compreensão da complexidade dos processos evolutivos e dos mecanismos inerentes a eles, como as mutações, seleção natural e adaptação. Segundo Silva e Teixeira (2021), embora os estudantes tenham algum conhecimento sobre evolução, eles frequentemente têm dificuldade em expressar suas ideias de maneira organizada, utilizando, muitas vezes, argumentos que não correspondem ao entendimento científico.

#### 4.1.2 Em relação à pesquisa extraclasse

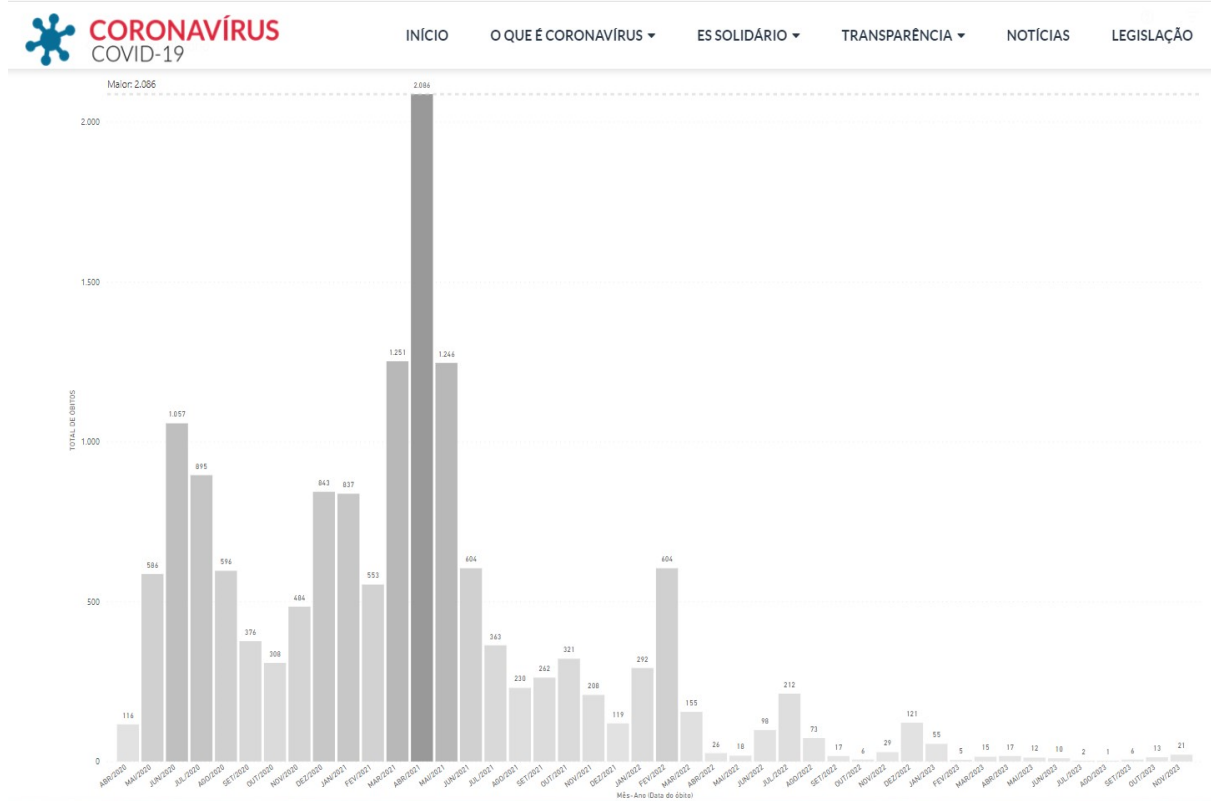
Com relação à pesquisa extraclasse, orientada ao final da primeira aula, apenas o grupo responsável pelo tópico “A evolução do número de mortes causadas pela covid- 19 no Espírito Santo, desde o início da pandemia, até o momento atual” realizou a pesquisa proposta e trouxe seus resultados, na forma de um gráfico de colunas (figura 8), obtido da plataforma Painel Covid-19. Aqui cabe a observação, enquanto docente da educação básica, que no pós-pandemia muitos aspectos relacionados ao desempenho dos estudantes foram seriamente impactados, dentre eles o comprometimento na realização de atividades extraclasse. Em um estudo sobre estratégias para a recomposição de aprendizagem no pós-pandemia, Santos e Cruz

(2023) apontam que os estudantes manifestam, segundo docentes pesquisados, fragilidades como falta de interesse e de foco, bem como dificuldades na realização de atividades extraclasse, entre outras. Certamente mais estudos são necessários para melhor compreender essa situação, mas é razoável inferir que as fragilidades apontadas podem ter relação com o observado, ou seja, a não realização da pesquisa extraclasse por dois dos três grupos participantes.

Para mitigar a situação que se apresentou, o professor propôs 15 minutos para que os outros dois grupos realizassem uma pesquisa na internet sobre os tópicos que ficaram sob sua incumbência. Nesse intervalo, solicitou ao outro grupo que, a partir da mesma fonte (Painel Covid-19) fossem extraídos números de óbitos por períodos, iniciando em 01/04/2020 e encerrando em 01/12/2023 (quadro 1). Os intervalos periódicos iniciaram em 2 meses, passando para 4 meses, depois 6 meses e, por fim, 12 meses. Assim, foram obtidos os seguintes resultados:

**\*Em relação à evolução do número de mortes por covid- 19 no Espírito Santo, desde o início da pandemia, até o momento atual:**

Figura 8: Gráfico da evolução do número de mortes causadas pela covid- 19 no Espírito Santo



Fonte: Painel Covid-19

Quadro 1: número de óbitos por covid-19 no ES

<b>Data de registro</b>	<b>Número de óbitos</b>
01/04/2020	4
01/06/2020	731
01/08/2020	2.673
01/12/2020	4.444
01/06/2021	11.261
01/12/2021	13.229
01/12/2022	14.873
01/12/2023	15.151

Fonte: Painel Covid-19

A análise do gráfico de mortes evidencia uma primeira curva de crescimento entre abril e junho de 2020, seguida por nova curva de crescimento entre outubro e dezembro do mesmo ano. O pico de óbitos, todavia ocorreu entre os meses de março e maio de 2021, sendo o mês de abril daquele ano o pior de toda a pandemia no estado do Espírito Santo. Ao serem indagados sobre as razões das curvas de crescimento evidenciadas no gráfico, alguns estudantes relacionaram às aglomerações, que aumentaram a taxa de transmissão do vírus, e à inexistência/indisponibilidade de vacinas até aquele momento.

O quadro de óbitos (quadro 1), por outro lado, evidencia o acumulado de óbitos até 1º de dezembro de 2023. Através da análise desses dados é possível notar um arrefecimento das mortes, se compararmos, por exemplo, os seguintes intervalos: 1º de dezembro de 2020 a 1º de dezembro de 2021 (8.785 óbitos); 1º de dezembro de 2021 a 1º de dezembro de 2022 (1.644 óbitos); e 1º de dezembro de 2022 a 1º de dezembro de 2023 (278 óbitos). Aqui os estudantes foram unânimes em apontar os efeitos da vacinação como responsáveis pela redução no número de mortes. Todavia, como será observado adiante, não conseguiram estabelecer relação desse evento com o fenômeno de adaptação. Talvez esse seja um sintoma da fragmentação observada no ensino de evolução, como apontado por alguns autores (Meyer; El-Hanni, 2005; Bizzo, 2021), ou seja, uma dificuldade em relacionar um conceito da biologia evolutiva [adaptação] a outras áreas da biologia [imunologia].

Apesar dessas fragilidades observadas, notou-se um bom envolvimento dos estudantes durante as atividades presenciais, com alguns alunos demonstrando maior

facilidade na leitura e interpretação do gráfico de evolução dos óbitos por covid (figura 6). Dadas as características individuais, foi nítida a heterogeneidade no nível de engajamento dos estudantes, com alguns manifestando opinião de modo mais efusivo, ao passo que outros eram mais contidos em suas ponderações, evitando expor para toda a turma, característica mais comum em estudantes mais tímidos, segundo Cunha, Schindhelm e Machado (2023).

**\*Em relação à trajetória do SARS-Cov-2 e o surgimento de variantes:**

“A trajetória do SARS-CoV-2 no Espírito Santo segue um padrão semelhante ao global, com a introdução inicial do vírus, medidas de contenção, surtos locais e possíveis variações nas taxas de infecção ao longo do tempo. Quanto às variantes, é importante destacar que o surgimento delas é um fenômeno natural em qualquer população viral. A monitorização constante é fundamental para identificar possíveis mudanças no comportamento do vírus. Autoridades de saúde e pesquisadores no Espírito Santo, assim como em outros lugares, provavelmente realizam vigilância genômica para rastrear e entender a prevalência de diferentes variantes e seu potencial impacto na transmissão e na eficácia das medidas de controle.”

Nesse item os estudantes foram sinceros em identificar o uso do ChatGPT como instrumento de pesquisa. Segundo Lopes, Moura e Lima (2023), é crucial estabelecer limites e cuidados na integração de tecnologias como o ChatGPT, para garantir que o pensamento crítico dos alunos e professores não seja comprometido. Essas ferramentas digitais têm o potencial de influenciar profundamente o ensino e a pesquisa, exigindo uma constante adaptação às demandas atuais e aos avanços tecnológicos. Por outro lado, mesmo utilizando a ferramenta de IA, ao serem provocados acerca da questão proposta, alguns alunos recordaram sobre os primeiros noticiários relatando a origem do vírus numa província da China, de onde dispersou-se para os demais continentes, e sobre variantes, especialmente a surgida em Manaus, o que sugere algum conhecimento prévio, muito possivelmente obtido por meio dos noticiários veiculados constantemente durante a pandemia da Covid-19.

**\*Em relação às vacinas contra a covid: das primeiras até as mais atuais, e seu efeito na redução do número de mortes no Espírito Santo:**

“A ordem de chegada das vacinas no Brasil foi a seguinte: CoronaVac (Sinovac); AstraZeneca (Fiocruz/Oxford); Pfizer-BioNTech; Janssen (Johnson & Johnson). Graças a elas, a redução de mortes no Espírito Santo foi crescendo cada vez mais até os dias de hoje, onde, em comparação com os anos de pandemia, muitas vidas são salvas todos os dias por conta da imunidade proporcionada.”

Em relação a esse tópico, embora houvesse relatos sobre os tipos de vacinas presentes e até alguns apontamentos opinando sobre qual seria melhor ou qual provocaria efeitos colaterais mais desagradáveis, foi consenso entre os estudantes relacionar a queda nos números de morte à imunidade adquirida por efeito vacinal. Nesse aspecto, diversas pesquisas apontam para a redução nos casos de internação e óbitos relacionados à covid-19 (Orellana *et al.*, 2022; Dantas, 2023; Renck *et al.*, 2024).

Durante essa roda de conversa os estudantes externaram opiniões sobre pontos que despertaram maior interesse, com destaque para manifestações de apoio às vacinas e questionando a resistência de algumas pessoas a se vacinarem. Nesse quesito o artigo de revisão de Milani e Busato (2021) considera que a hesitação vacinal está relacionada, entre outros fatores, à onda de desinformação propagada, principalmente, nas redes sociais e em grupos de aplicativos de mensagens, sendo as principais vítimas pessoas que utilizam tais instrumentos como fontes principais de informação (Milani e Busato, 2021), e que acabam se tornando disseminadores de “*fake news*”, colaborando ativamente com a propagação do negacionismo científico tão em evidência ao longo de toda a pandemia.

Também foi lembrado sobre a tragédia ocorrida em Manaus, relacionada, entre outros fatores, a uma nova variante, surgida em decorrência das mutações sofridas pelo vírus, e que poderia ter sido reduzida caso a vacinação tivesse iniciado mais cedo. O estudo de Orellana *et al.* (2022) aponta redução global de 62% em internações e óbitos em Manaus, ao comparar grupos de idosos vacinados e não vacinados.

Com relação à evolução das mortes por covid-19 no Espírito Santo, as discussões se centraram no comportamento do gráfico ao longo do tempo, ou seja, nas várias curvas de crescimento evidenciadas pelo gráfico. Também foi observado sobre os picos de mortes ocorridos, principalmente no trimestre março, abril e maio de 2021, que totalizaram mais de 4500 óbitos.

**\* Em relação às evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19 (texto coletivo postado no Padlet - figura 9)**

“A pandemia da COVID-19 é um exemplo em tempo real da evolução. Ela tem mostrado que o vírus sofre mutações e se adapta ao ambiente para sobreviver. As mutações acontecem quando o vírus se replica e pode resultar em variantes com vantagens seletivas. A seleção natural atua eliminando as mutações que prejudicam o vírus, mas algumas podem conferir benefícios, como maior capacidade de transmissão ou resistência a tratamentos. O SARS-CoV-2 tem demonstrado uma notável capacidade de adaptação, como no caso das variantes B.1.1.7, do Reino Unido, P.1 do Brasil, e B.1.617.2 da Índia. É importante monitorar as mutações e variantes do vírus para direcionar estratégias de saúde pública e vacinação.”

O texto dos estudantes aponta no sentido de uma compreensão dos conceitos de evolução em um contexto viral, onde foram relacionados os fenômenos de mutação, seleção natural e adaptação à pandemia da COVID-19, além de evidenciarem a importância do monitoramento contínuo das variantes, enquanto condição para otimizar as estratégias de prevenção e combate ao SARS-CoV-2.

Aqui cabe a observação que, embora não haja menção ao final do texto postado no Padlet, em conversa informal alguns estudantes espontaneamente afirmaram ter utilizado o ChatGPT tanto para a pesquisa como para auxiliar na produção do texto coletivo. Nesse aspecto, Moura e Carvalho (2023) apontam que essa ferramenta é capaz de beneficiar tanto professores quanto alunos, na medida em que estes são encorajados à autonomia, melhorando seu desempenho, e aqueles por terem um facilitador de seu trabalho. Por outro lado, esses mesmos autores, mencionando o linguista e filósofo Noam Chomsky, ponderam que esse tipo de ferramenta representa riscos, dentre os quais o comprometimento ao pensamento crítico (Moura; Carvalho, 2023). Certamente muito há que se debruçar ainda sobre essa questão a fim de melhor compreensão dos potenciais riscos e benefícios.

Figura 9: Padlet com as contribuições dos estudantes



Fonte: [padlet.com/eliqedocarmo/ensino-de-evolu-o-sob-a-perspectiva-da-pandemia-causada-pelo-ba9xgvmh8cgu5zm](https://padlet.com/eliqedocarmo/ensino-de-evolu-o-sob-a-perspectiva-da-pandemia-causada-pelo-ba9xgvmh8cgu5zm)

## 4.2 Do pré-teste e do pós-teste

Nesta seção são apresentados os resultados (Tabela 1) em percentuais de erros e acertos obtidos pelos estudantes no teste efetuado antes e após a aplicação da sequência didática.

Tabela 1: Resultados do pré-teste e pós-teste

Questões	Pré-teste		Pós-teste	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros
1. Sobre a correta relação entre adaptação e seleção natural.	72,8%	27,8%	90,9%	9,1%
2. Sobre o conceito de mutações.	55,5%	44,5%	81,8%	18,2%
3. Sobre o modo como as mutações podem afetar a evolução das espécies.	44,5%	55,5%	72,7%	27,3%

4. Sobre o papel da seleção natural na evolução das espécies.	83,3%	16,7%	100,0%	0,0%
5. Sobre as características adaptativas.	66,7%	33,3%	90,9%	9,1%
6.A. Sobre a teoria da seleção natural.	66,7%	33,3%	54,5%	45,5%
6.B. Sobre mutações e a origem das variantes do SARS-CoV-2.	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%
6.C. Sobre pressão seletiva.	77,8%	22,2%	54,5%	45,5%
6.D. Sobre vacinação e aumento da capacidade de adaptação na população.	94,4%	5,6%	81,8%	18,2%
6.E. Sobre a relação entre o surgimento de variantes do SARS-CoV-2 e a origem de variações nos demais seres vivos.	66,7%	33,3%	90,9%	9,1%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

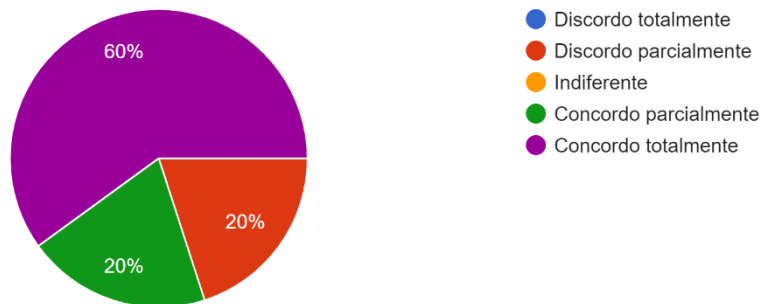
A análise dos resultados evidencia avanço no percentual de acertos em todos os itens abordados nas questões de múltipla escolha (itens de 1 a 5). Todavia, na questão do tipo “verdadeiro” ou “falso”, contendo cinco itens avaliados, em apenas um deles houve avanço no percentual de acertos (item 6.E). Em outros três observa-se redução na quantidade de acertos (itens 6.A, 6.C, e 6.D). No item 6.B, em que houve totalidade de acertos no pré-teste, o resultado se manteve no pós-teste. Interessante notar que, no item 6.D, que relaciona o efeito da vacinação ao aumento da capacidade de adaptação da população, os estudantes erraram mais no pós-teste. Todavia, na roda de conversa, foram unânimes em apontar a vacinação como responsável direta pela redução no número de mortes por covid. Essa contradição pode sugerir que houve dificuldade de relacionarem a vacinação e a imunidade induzida por ela com o conceito de adaptação. Tais resultados indicam, preliminarmente, que a sequência didática teve um impacto positivo no entendimento dos estudantes, mas há espaço para melhorias. É importante analisar mais profundamente as possíveis causas dessas diferenças de desempenho de modo a identificar estratégias para melhorar.

### 4.3 Da pesquisa de opinião

Nesta seção são apresentados na forma de gráficos os resultados da pesquisa de opinião.

**Item 1.** A estratégia utilizada (sequência didática investigativa) facilitou a compreensão do tema proposto (Conceitos Básicos de Evolução).

Gráfico Item 1: A estratégia utilizada (sequência didática investigativa) facilitou a compreensão do tema proposto (Conceitos Básicos de Evolução).



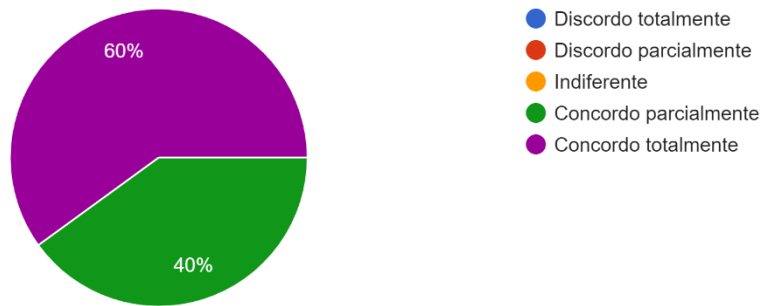
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O resultado de 60% dos estudantes que concordaram totalmente com a sentença proposta sugere que a SDI foi eficaz em promover a compreensão e o engajamento durante a abordagem do tema proposto. Entretanto, o resultado de 20% concordando parcialmente e outros 20% discordando parcialmente, sugere que, para alguns estudantes, essa estratégia pode não ter sido tão eficaz, e talvez, prefiram outros métodos.

Para Cachapuz (2023), dada a característica multifacetada do ensino das ciências, todas as alternativas são importantes, mesmo aquelas mais “teóricas”, a depender de fatores, entre os quais, o perfil de aprendizagem dos alunos. Neste aspecto, Laburu *et al.* (2003), defende a importância da pluralidade metodológica, considerando, entre outros aspectos, a alta complexidade do processo de ensino-aprendizagem e, não menos importante, o modo de aprender de cada estudante. Logo, ao planejar as estratégias de ensino, é fundamental considerar a diversidade de necessidades dos estudantes.

**Item 2.** Relacionar os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação com a pandemia da Covid-19 tornou a aula mais interessante que simplesmente apresentar esses conceitos de modo tradicional.

Gráfico Item 2: Relacionar os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação com a pandemia da Covid-19 tornou a aula mais interessante que simplesmente apresentar esses conceitos de modo tradicional.



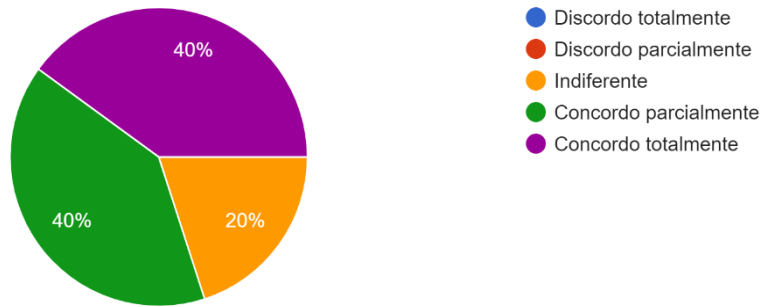
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nesse item, o fato de todos concordarem, totalmente ou parcialmente, que a aula ficou mais interessante com a estratégia utilizada, pode indicar que conectar conceitos evolutivos com um fenômeno atual, permitiu aos estudantes verem a aplicabilidade de tais conceitos, dando-lhes mais relevância e significado. De acordo com Scarpa e Campos (2018), dadas as particularidades da biologia, a exploração de temas do cotidiano dos estudantes, ou presentes na mídia, é uma estratégia capaz de gerar interesse e envolvimento afetivo, promovendo engajamento nas atividades propostas.

É interessante notar que, embora 20% dos estudantes tenham discordado parcialmente, no item 1, que a estratégia utilizada facilitou a compreensão do tema, isso não foi obstáculo para que a considerassem uma abordagem capaz de tornar a aula mais interessante, se comparada a uma abordagem tradicional, o que corrobora o apontamento de Scarpa e Santos (2018) sobre o envolvimento afetivo e interesse gerados pela estratégia adotada.

**Item 3.** Discutir em grupos, para investigar a questão norteadora [...] foi mais produtivo que de modo individual.

Gráfico Item 3: Discutir em grupos, para investigar a questão norteadora [...] foi mais produtivo que de modo individual.



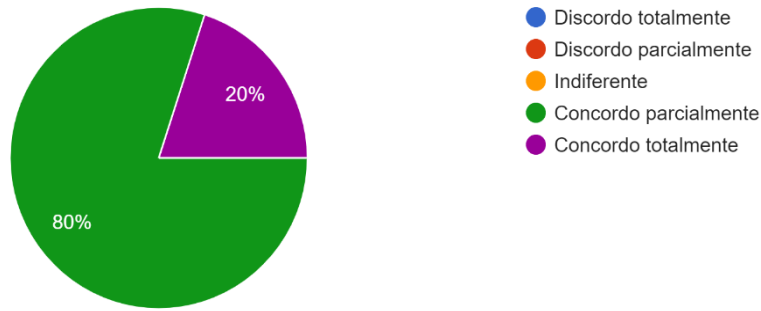
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nesse item, a alta concordância dos estudantes em relação à maior produtividade da discussão em grupos sugere que eles valorizaram a troca de ideias e o trabalho em conjunto. Essa estratégia possibilita a construção coletiva do conhecimento, o debate de diferentes pontos de vista, o desenvolvimento de habilidades sociais e a troca de experiências. Além disso, a interação entre os estudantes pode favorecer a compreensão de conceitos complexos e estimular a criatividade. Em relação aos 20% que consideraram a discussão em grupo como indiferente, talvez seja o reflexo de dificuldades para se relacionar e trabalhar em grupos, ou ainda o fruto de preferências individuais quanto ao modo de aprendizagem.

De acordo com Laburu *et al.* (2003), na literatura existem argumentos que questionam a ênfase dada à efetividade das atividades em grupo, visto ser a aprendizagem um processo individual e particular, o que é corroborado, por exemplo, por Kempa e Martin-Diaz (1990) ao proporem 4 padrões para a motivação e preferência dos estudantes, em relação aos modos de instrução científica, a saber: executores (realizadores), curiosos, cumpridores de tarefas (consciosos) e sociais. Neste caso, os sociais seriam justamente aqueles mais identificados com atividades em grupo, ao passo que os executores não manifestam preferência, ou seja, são indiferentes em relação ao tipo de estratégia utilizada (Kempa e Martin-Diaz, 1990).

**Item 4.** As pesquisas extraclasse estimularam meu interesse em investigar e interagir com o assunto.

Gráfico Item 4: As pesquisas extraclasse estimularam meu interesse em investigar e interagir com o assunto.

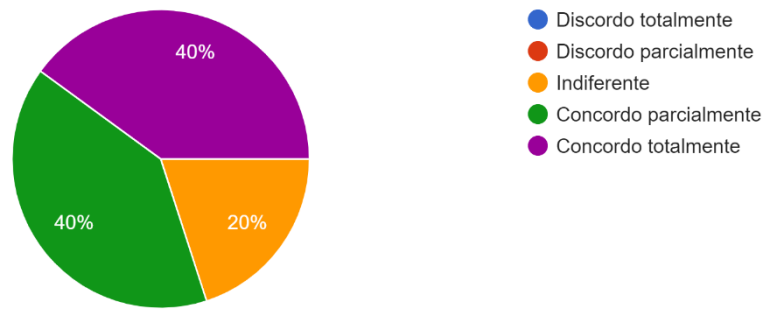


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Os resultados apontando 80% de concordância parcial e 20% de concordância total em relação à sentença proposta, podem indicar que, embora tais atividades tenham tido impacto positivo no interesse dos estudantes pelo tema, ainda há espaço para melhorias no sentido de aumentar um nível de interesse e engajamento. A parcialidade na concordância pode ser justificada, possivelmente, pelo fato de que diferentes estudantes têm diferentes níveis de interesse e motivação em relação ao tema abordado. Além disso, fatores individuais, como o nível de envolvimento, experiências prévias e expectativas em relação ao tema, podem influenciar a percepção da eficácia das pesquisas extraclasse. Dessa forma, é importante analisar mais detalhadamente o contexto em que a sequência didática investigativa foi aplicada, identificar os pontos positivos e as possíveis limitações das atividades propostas, e buscar estratégias para melhorar a eficácia das pesquisas extraclasse no estímulo ao interesse e interação dos estudantes com o tema proposto.

**Item 5.** Apresentar para os colegas as conclusões da pesquisa extraclasse e discutir em grupos contribuiu de modo significativo para minha compreensão do assunto.

Gráfico Item 5: Apresentar para os colegas as conclusões da pesquisa extraclasse e discutir em grupos contribuiu de modo significativo para minha compreensão do assunto.



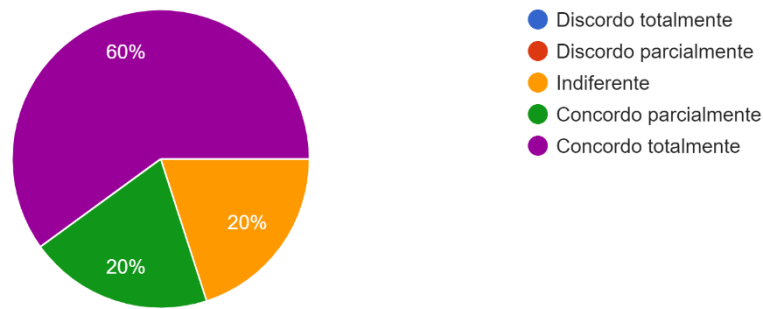
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O fato de 80% terem concordado em algum grau que estratégia utilizada teve contribuição significativa para a compreensão do assunto sugere que ela foi eficaz e impactou positivamente no aprendizado. Todavia, os 20% que acharam indiferente podem indicar que essa abordagem não foi a mais adequada para todos os estudantes, ressaltando, mais uma vez, a importância de sempre buscar diferentes estratégias para engajar os alunos e favorecer a compreensão dos diversos temas a serem abordados.

De qualquer modo, com base na experiência docente, e na observação das atividades, é possível que as manifestações de indiferença ou de concordância parcial, sejam reflexo de timidez, ou vergonha de se expressar em grupos, o que não é incomum no ambiente escolar. Nesse aspecto, segundo a Cunha, Schindhelm e Machado (2023), falar em público se mostra uma grande dificuldade para pessoas tímidas, que tendem a se retrair, evitando situações em que se percebam sujeitas a críticas. As referidas autoras também apontam a escassez de estudos sobre o tema timidez na área de educação, apontando que são necessárias mais pesquisas a esse respeito, de modo a aprofundar e trazer contribuições para novas práticas educativas (Cunha, Schindhelm e Machado, 2023).

**Item 6.** A produção coletiva do texto argumentativo, apontando as evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19, foi uma atividade que estimulou meu envolvimento e participação na aula.

Gráfico Item 6: A produção coletiva do texto argumentativo, apontando as evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19, foi uma atividade que estimulou meu envolvimento e participação na aula.



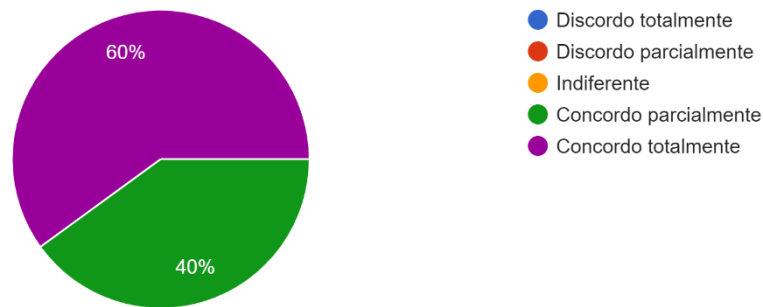
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A concordância total da maior parte dos estudantes (60%) sobre a produção coletiva do texto argumentativo sobre os fenômenos evolutivos da Covid-19 ter estimulado o envolvimento e participação na aula sugere que essa atividade foi, em grande parte, eficaz em motivar os alunos e em promover a aprendizagem ativa e significativa. Por outro lado, 20% dos estudantes concordaram parcialmente e 20% acharam a atividade indiferente. Esses resultados podem indicar que alguns alunos tiveram uma participação mais passiva na atividade ou não se sentiram tão envolvidos com o tema abordado, o que aponta, como já indicado em itens anteriores, para a necessidade de variar as estratégias de ensino.

De acordo com Sasseron (2015), atividades argumentativas, expressas através da oralidade ou graficamente, desencadeiam a oportunidade de os estudantes participarem nos processos de construção de entendimento, por meio das interações discursivas ocorridas ao longo da aula. Por outro lado, Silva e Teixeira (2021) atribuem à falta de práticas de leitura e escrita as dificuldades que os alunos possuem tanto para interpretar textos, quanto para expressar seu conhecimento, seja na forma escrita ou falada, o que, possivelmente, justificaria as respostas observadas.

**Item 7.** Gostei da estratégia investigativa da atividade, pois me proporcionou pesquisar e rever alguns erros conceituais que trazia sobre o processo evolutivo.

Gráfico Item 7: Gostei da estratégia investigativa da atividade, pois me proporcionou pesquisar e rever alguns erros conceituais que trazia sobre o processo evolutivo.



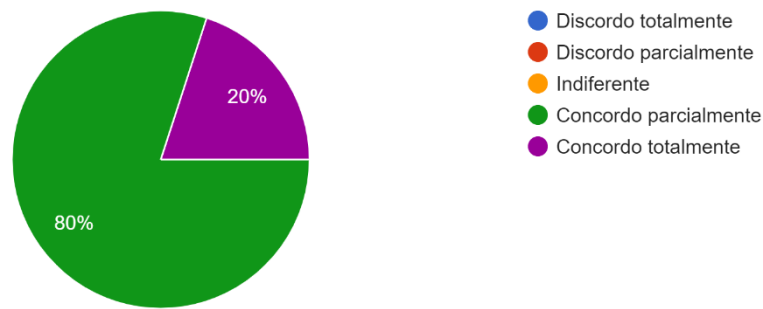
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nesse item todos afirmam ter gostado, totalmente ou parcialmente, da estratégia investigativa utilizada, concordando com seu potencial para a revisão de erros conceituais sobre os processos evolutivos. Todavia, os 40% que concordaram parcialmente, sugerem limitações a essa estratégia, de modo que não atendeu totalmente às necessidades ou expectativas de parte dos estudantes. Ainda assim, de modo geral, percebe-se uma recepção muito positiva por parte dos discentes, uma vez que não manifestaram indiferença nem discordaram em relação à proposição lhes apresentada.

Sasseron (2015) aponta que o ensino investigativo pode ser utilizado em diferentes aulas, sob diversas formas, para diferentes conteúdos, caracterizando, entre outros aspectos, uma intencionalidade do professor em proporcionar ao estudante um papel ativo no processo de ensino aprendizagem. Para Carvalho (2018) numa atividade investigativa é fundamental que os alunos tenham liberdade intelectual, pois sem ela ficarão inibidos para expor pensamentos, e argumentações.

**Item 8.** Trazer um fenômeno contemporâneo como a Covid-19 para abordar o conteúdo de evolução deu mais significado a esse tema, aumentando meu interesse e participação nas atividades propostas.

Gráfico Item 8: Trazer um fenômeno contemporâneo como a Covid-19 para abordar o conteúdo de evolução deu mais significado a esse tema, aumentando meu interesse e participação nas atividades propostas.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nesse quesito todos concordaram que a utilização de um fenômeno contemporâneo deu mais significado ao tema evolução e aumentou o interesse e a participação nas atividades propostas, o que é muito positivo. Todavia, quando se observa que apenas 20% concordaram totalmente com a proposição, fica a percepção de que talvez o impacto tenha sido menor do que o esperado e, nesse caso, fica a indagação do motivo. De certo são necessárias mais pesquisas para uma resposta mais assertiva a essa indagação, todavia, apenas em caráter especulativo, pode-se supor que o fenômeno Covid-19, embora contemporâneo e extremamente relevante, esteja saturado na percepção de alguns estudantes, em função do longo período de veiculação nos noticiários e, também, em função da politização e utilização em “*fake news*” durante toda a pandemia.

De acordo com Marques e Oliveira (2022), contextualização encurta a distância entre o conhecimento científico e as situações cotidianas. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/PCNEM, trata-se de um recurso que associa experiências da vida cotidiana com o conhecimento adquirido, tornando o estudante sujeito capaz de agir ativamente tanto no processo de ensino e aprendizagem como na transformação do contexto em que vive (Brasil, 1999). Esse aspecto de compreensão e intervenção no sentido de transformar a realidade também é preconizado pela Base Nacional Comum Curricular/BNCC (Brasil, 2018).

#### 4.4 Adaptações da sequência didática

Considerando os resultados produzidos e analisados até então, nota-se que alguns ajustes podem ser realizados na sequência didática desenvolvida. Assim, sugere-se, com base nas discussões realizadas neste capítulo, que:

\* Talvez seja mais adequado, na questão norteadora, utilizar **“Que relações podem ser estabelecidas entre o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas entre outros organismos nas populações naturais?”** em substituição à questão original **“É possível estabelecer alguma relação entre o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas entre outros organismos nas populações naturais?”** para diminuir a possibilidade de respostas do tipo “sim” ou “não” sem as devidas justificativas.

\* A respeito da pesquisa extraclasse, em relação ao tópico **“...evolução do número de mortes por covid- 19 no Espírito Santo, desde o início da pandemia, até o momento atual”** provavelmente seja melhor **incluir o número de casos registrados no mesmo período**, o que permitiria uma comparação da evolução de ambos, criando condições ainda melhores para discussão dos fenômenos de seleção natural e adaptação. A título de exemplificação, na tabela a seguir (Tabela 2) foram incluídos os registros de casos aos números de óbitos levantados pelos estudantes a partir da plataforma painel covid por ocasião da aplicação da SDI. Na última coluna à direita estão identificadas as relações entre óbitos e casos.

Tabela 2: Relação entre número de óbitos e número de casos de Covid

<b>Data de registro</b>	<b>Número de óbitos</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Óbitos x casos</b>
01/04/2020	4	463	1:115,75
01/06/2020	731	23.813	1:32,57
01/08/2020	2.673	94.219	1:35,24
01/12/2020	4.444	218.258	1:49,11
01/06/2021	11.261	507.359	1: 45,09
01/12/2021	13.229	630.937	1:47,69
01/12/2022	14.873	1.255.367	1:84,91
01/12/2023	15.151	1.359.328	1:89,71

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

Nesse caso, com base nos dados coletados, pode-se comparar as taxas de mortalidade por covid antes e após a vacinação em massa da população. Assim, tomando como exemplo as datas de 01/06/2020, 01/12/2020, 01/12/2021, 01/12/2022

e 01/12/2023, observamos as seguintes taxas, respectivamente: 3,07%, 2,03%, 2,09%, 1,17% e 1,11%. Aqui apresenta-se uma boa oportunidade para discutir as razões da queda na taxa de mortalidade ao longo do tempo, ocasião em que se pode recordar todo o processo de vacinação, desde o início até atingir uma cobertura vacinal que de fato fosse traduzida numa elevada taxa de imunização e, por conseguinte, de adaptação da população em relação ao SARS-CoV2. Pode-se incluir nessa discussão também a adaptação decorrente da imunidade desencadeada a partir da infecção por covid e, a partir dela, as razões para não expor maciçamente a população à infecção, como defendido por alguns no período anterior à disponibilidade de vacinas, sob alegação de gerar imunidade coletiva. São muitas as possibilidades para enriquecer as discussões.

## **CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No intuito de otimizar os processos de ensino e aprendizagem de alguns conceitos evolutivos, mitigando em alguma medida desafios apontados neste estudo, foi desenvolvido e aplicado o instrumento “Ensino de Evolução e a Pandemia da Covid-19: uma Sequência Didática Investigativa”, objetivo central deste trabalho. A relação, por meio da SDI, entre a teoria evolutiva com o fenômeno da covid-19, envolvendo os conceitos de mutação, seleção natural e adaptação, estimulando o desenvolvimento da curiosidade, do pensamento crítico e a capacidade de investigação científica dos estudantes por meio de atividades de pesquisa, análise e reflexão também foram objetivos do trabalho.

Os dados obtidos e analisados evidenciaram que, em relação à percepção dos estudantes, a maioria considerou a estratégia utilizada como eficaz no sentido de aumentar o engajamento e a compreensão do tema, valorizando, por exemplo, a relação entre os conceitos evolutivos e a pandemia da covid-19, o que deu ao conteúdo maior relevância e significado. Também valorizaram as discussões em grupo e as pesquisas extraclasse, embora, parte dos estudantes tenha revelado dificuldades nesse aspecto, indicando, portanto, a necessidade de atenção à possibilidade de estratégias personalizadas, o que nos remete à necessidade de criar as possibilidades para a produção e construção do conhecimento.

De modo geral, a análise comparativa dos resultados dos pré-teste e pós teste, aponta para um avanço no desempenho dos estudantes, principalmente em questões relacionadas aos conceitos de adaptação e seleção natural, em que se observou aumento considerável no percentual de acertos. Todavia, nas questões relativas a mutações e à relação entre vacinação e adaptação, tal resultado não se repetiu, havendo diminuição no desempenho dos alunos, evidenciando desafios em integrar e aplicar esses conceitos de forma coerente e, na medida do possível, fáceis de assimilar.

Os dados analisados também apontam no sentido de que os objetivos propostos foram, em grande medida atingidos, uma vez que a maioria dos discentes considerou eficaz a utilização da SDI desenvolvida, mas não esgotados, como demonstrado pela dificuldade que ainda permaneceu em grande parte dos estudantes para relacionar a imunidade induzida pelas vacinas a um processo adaptativo. Tal

*feedback* é extremamente útil para aqueles que utilizarem essa ferramenta de ensino, ampliando suas possibilidades de aplicação exitosa.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Denise Lino de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, maio 2013. ISSN 2237-6321. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/148/181>>. Acesso em: 24 jul. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.22168/2237-6321.3.3.1.322-334>.

BEIRÃO, Paulo S. L.. **Ciência em tempo real – o caso da Covid-19**. 2022. Disponível em: *Ciência em tempo real – o caso da Covid-19 - Moodle UFPA* [https://aedmoodle.ufpa.br/mod\\_folder/content](https://aedmoodle.ufpa.br/mod_folder/content). Acesso em: 29 out. 2022.

BIZZO, Luís. Pandemia da COVID-19: a evolução sob nossos olhos. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 450–457, 2021. DOI: 10.55838/1980-3540.ge.2021.402. Disponível em: <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/view/402>. Acesso em: 10 ago. 2023.

BIZZO, Nelio; EL-HANI, Charbel Niño. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 235-257, 2009.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRUNER, Jerome S.. **Atos de Significação**. Porto Alegre: Artmed, 1997.

CACHAPUZ, A. Educação em ciências: pensar o todo. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], p. e023006, 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/933>. Acesso em: 2 set. 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 765-794, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 27 out. 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al* (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-21.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. Tradução de Magda Lopes.

CUNHA, Mayara Marmelo da; SCHINDHELM, Virginia Georg; MACHADO, Leidiane Gomes. O silêncio que fala: impactos da timidez no processo educativo. **Revista Transmutare**, v. 8, 2023.

DANTAS, Micarla Priscila Silva. Cobertura vacinal da Covid-19 e seu impacto na mortalidade em um estado do Nordeste brasileiro. Orientadora: Dra. Fábila Barbosa de Andrade. 2023. 58f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

DIAS, Luiz Carlos. Momento Histórico: Tem início a vacinação contra a Covid-19 pelo mundo. **Jornal da Unicamp**. Campinas, p. 1-3. 9 dez. 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-carlos-dias/momento-historico-tem-inicio-vacinacao-contra-covid-19-pelo-mundo>. Acesso em: 29 out. 2022.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 125-129, 1 mar. 1973. University of California Press. <http://dx.doi.org/10.2307/4444260>. Disponível em: <https://biologielearnprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

ESPÍRITO SANTO. SEDU. **Currículo do Espírito Santo**: ciências da natureza e suas tecnologias. Disponível em: <https://curriculo.sedu.es.gov.br/curriculo/documentos/>. Acesso em: 23 jul. 2022.

ESPÍRITO SANTO. **PAINEL COVID-19: ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**. 2024. Disponível em: <https://coronavirus.es.gov.br/painel-covid-19-es>. Acesso em: 08 abr. 2024.

EUZEBIO, Umberto; PAULINO, Henrique Monteiro; CONCEIÇÃO, João Paulo Araújo. COVID-19 E ARTIGO DE OPINIÃO: uma proposta de sequência didática / covid-19 and opinion article. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 2462-2483, 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-168>. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/22818>. Acesso em: 10 out. 2022.

FREEMAN, Scott; HERRON, Jon C. **Análise Evolutiva**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. Tradução Maria Regina Borges-Osório, Rivo Fischer.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 84. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es>. Acesso em: 03 dezembro de 2023.

KEMPA, R. F.; DIAZ, M. M.. Motivational traits and preferences for different instructional modes in Science. Part 1: students motivational traits. **International Journal of Science Education**. London, v.12, n.2, p. 195–203, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0950069900120208>. Acesso em: 03 set. 2024.

LABURU, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência educ.**, Bauru, v. 09, n. 02, p. 247-260, dez. 2003. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132003000200007&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200007&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 02 set. 2024.

LOPES, David Santana; MOURA, Juliana Santana; LIMA, Beatriz Oliveira de Almeida. TENSIONAMENTOS DO CHATGPT EM PRÁTICAS DE ENSINO: POSSÍVEIS DIÁLOGOS COM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA E A MATEMÁTICA. In: ALVES, Lynn (org.). **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO**: refletindo sobre os desafios contemporâneos. Salvador: Edufba, 2023. p. 91-106.

MARQUES, Pedro Thiago Ferreira; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. A BNCC de 2018 e o PNLD 2021: Uma análise a partir da interdisciplinaridade e contextualização.

MARSON, Fernando Augusto Lima. Um milhão de casos de COVID-19: o que aprendemos? **Revista de Medicina**, São Paulo, p. 209-212, mar. 2020. Bimestral. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/168548>. Acesso em: 29 out. 2022.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Unesp, 2005.

MILANI, Lucia Regina Nogas; BUSATO, Ivana Maria Saes. Causas e consequências da redução da cobertura vacinal no Brasil. **Revista de saúde pública do Paraná**, v. 4, n. 2, p. 157-171, 2021.

MOURA, Adelina; CARVALHO, Ana Amélia A.. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA ENSINAR E APRENDER. In: ALVES, Lynn (org.). **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO**: refletindo sobre os desafios contemporâneos. Salvador: Edufba, 2023. p. 169-188.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E OS ESTUDANTES BRASILEIROS: conhecimento e aceitação. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 161, 2 jun. 2016. Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n2p161>. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/48>. Acesso em: 24 jul. 2022.

ORELLANA, Jesem Douglas Yamall; *et al.* Mudanças no padrão de internações e óbitos por COVID-19 após substancial vacinação de idosos em Manaus, Amazonas, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** [online]. v. 38, n. 5. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT192321>. Acesso em: 7 set. 2024.

PERRENOUD, Philippe. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RENCK, Emanuelle; *et al.* Vaccine effectiveness in preventing deaths in people with severe acute respiratory syndrome due to COVID-19 in Blumenau, Brazil, 2021.

**Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. v. 33. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S2237-96222024v33e2023214>. Acesso: em 7 set. 2024,

SANTOS, A. J. dos; CRUZ, L. M. Recomposição das aprendizagens na Educação Básica: estratégias pós-pandemia. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED**, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 1-21, 2023. DOI: 10.22481/reed.v4i11.12742. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/reed/article/view/12742>. Acesso em: 4 set. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO: RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIAS DA NATUREZA E ESCOLA. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 out. 2022.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F.. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25–41, set. 2018.

SILVA, Noel Barbosa da; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Evolução biológica: dificuldades e fatores variáveis na aprendizagem dos estudantes do ensino médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 817–837, 2021. DOI: 10.46667/renbio.v14i2.618. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/618>. Acesso em: 2 set. 2024.

SMITH, B. K.; REISER, B. J. Explaining Behavior through Observational Investigation and Theory Articulation. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 14, n. 3, p. 315-360, 2005. Disponível em: <https://www.sesp.northwestern.edu/docs/publications/9145369244049e34af079.pdf>. Acesso em: 10/06/2023.

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, Campinas, n. 107, 2009. Disponível em <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151976542009000300008&lng=pt&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151976542009000300008&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 23 jul. 2022.

TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica**: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 360 f. Tese – (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: EIXOS ORGANIZADORES PARA SEQUÊNCIAS DE ENSINO DE BIOLOGIA. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 29 out. 2022.

VIANA FILHO, José Maria Chagas; OLIVEIRA, Naila Francis Paulo de. O SARS-COV-2 SOFRE MUTAÇÕES E APRESENTA DIVERSIDADE GENÔMICA? In: PERSUHN, Darlene Camati *et al* (org.). **ASPECTOS BIOLÓGICOS DA COVID-19**: um enfoque científico e didático. João Pessoa: Ufpb, 2020. p. 12-16. Disponível em: <https://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/615/723/3630>. Acesso em: 20 ago. 2022.

VYGOTSKY, Lev S.. **A Formação Social Da Mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. Tradução de: José C. Neto, Luis Silveira M. Barreto, Solange Castro Afeche.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. Tradução de: Ernani F. da F. Rosa.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A - CARTA DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA



EEEM HUNNEY EVEREST PIOVESAN

### CARTA DE ANUÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, Eduardo Carlos Fraga, CPF 031.483.477-06, diretor da EEEM Hunney Everest Piovesan, situada na rua Carlos Rogério Jesus Gomes, S/N, Morada de Santa Fé, CEP: 29143-738, Cariacica, ES, manifesto por meio deste documento a ANUÊNCIA para a realização da pesquisa intitulada "ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA CAUSADA PELO NOVO CORONAVÍRUS", a ser realizada com uma turma da primeira série do ensino médio matutino, conduzida pelo professor/pesquisador Élique do Carmo Arcanjo, discente do MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO, sob orientação do professor Dr. Vander Calmon Tosta, docente da UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, no CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO, município de São Mateus.

Fui devidamente informado dos objetivos da pesquisa, de maneira clara e detalhada e pude esclarecer minhas dúvidas. Também estou ciente que a qualquer momento, poderei solicitar novas informações, se assim julgar necessário.

Declaro conhecer e zelar pelo cumprimento das resoluções de ética em pesquisa, principalmente a resolução 466/12 do CNS/MS, de modo a salvaguardar a segurança e bem-estar daqueles que participarem da referida pesquisa nesta unidade de ensino.

Informo, por fim, que o professor/pesquisador responsável se comprometeu a só iniciar a coleta de dados após apresentar a esta instituição o parecer consubstanciado devidamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFES/CEUNES, credenciado ao sistema CEP/CONEP.

Sendo assim, CONCORDO e AUTORIZO a realização da pesquisa na instituição EEEM Hunney Everest Piovesan. Recebi uma via deste termo e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

EDUARDO CARLOS FRAGA  
Diretor Escolar  
Port. Nº 1136-S de 03/01/2022

Assinatura do Diretor

Cariacica-ES, 23.1.06.2023

## **APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

### **UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO**

Você está sendo convidado(a) para participar de uma pesquisa sobre “ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA CAUSADA PELO NOVO CORONAVÍRUS”, conduzida pelo professor/pesquisador Élique do Carmo Arcanjo, sob orientação do Prof. Dr. Vander Calmon Tosta. O objetivo principal desse estudo é desenvolver uma sequência didática investigativa para o ensino de evolução, estabelecendo relação com o fenômeno da pandemia da covid-19. O motivo que leva a fazer esta pesquisa é desenvolver estratégias de ensino/aprendizagem que melhorem a correta compreensão do conteúdo de evolução biológica na educação básica.

Para participar deste estudo, seu responsável legal deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Além disso, você precisará responder a um questionário estruturado durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso você não queira participar ou realizar alguma das atividades, é só avisar ao pesquisador responsável. Você ou o seu responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem necessidade de justificativas, não resultando em punição ou mudanças na forma em que é tratado(a). O pesquisador garante que não irá divulgar as suas informações para outras pessoas.

Este estudo apresenta risco mínimo, de origem psicológica, intelectual ou emocional, relacionado, por exemplo, à timidez ou vergonha ao responder o questionário; desconforto; estresse; quebra do sigilo; cansaço ao responder às perguntas. Para reduzir estes riscos, o pesquisador se compromete a manter o anonimato dos participantes, bem como destinar tempo compatível para as respostas ao questionário, sem qualquer tipo de pressão sobre os respondentes, que poderão inclusive, interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer tipo de punição. O benefício dessa pesquisa está diretamente relacionado ao processo de

ensino e aprendizagem, visando melhorar a correta compreensão do conteúdo de evolução biológica, tanto pelos estudantes participantes, como por aqueles que futuramente poderão utilizar-se de seus resultados. Não haverá nenhum custo, nem vantagem financeira, a você ou seu responsável. Ainda assim, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização, a ser custeada pelo pesquisador.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou qualquer material que indique sua participação não será divulgado sem a permissão do seu responsável. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa, você pode pedir para seus responsáveis entrarem em contato com o pesquisador responsável: Élique do Carmo Arcanjo, [eliquedocarmo@gmail.com](mailto:eliquedocarmo@gmail.com), (27) 99232-7598, ou mesmo com o Comitê de Ética e Pesquisa da UFES/CEUNES por meio do telefone: (27) 3312-1519, pelo e-mail: [cepceunes@gmail.com](mailto:cepceunes@gmail.com), pessoalmente ou pelo correio, através do endereço: Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Rodovia BR 101 Norte, Km 60 Bairro Litorâneo, São Mateus-ES, CEP: 29.932-540.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar sua decisão se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Cariacica, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) aluno(a)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

**APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)****UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

Sr(a) responsável, o(a) menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA CAUSADA PELO NOVO CORONAVÍRUS”. Trata-se de uma pesquisa de mestrado em Ensino de Biologia, que tem como objetivo desenvolver, na Escola Hunney Everest Piovesan, uma sequência didática investigativa para o ensino de evolução, estabelecendo relação com o fenômeno da pandemia da covid-19.

A participação do(a) menor é voluntária e, sendo assim, ele(a) poderá desistir e/ou se retirar desta pesquisa no momento que desejar, sem lhe causar qualquer constrangimento ou prejuízo de qualquer natureza.

A pesquisa se dará na escola em que o(a) menor está matriculado, e não haverá nenhum gasto para ele(ela) ou o(a) senhor(a). Contudo, em caso de necessidade, todo e qualquer gasto para o participante ou seu responsável legal, decorrente desta pesquisa, será arcado pelo pesquisador Élique do Carmo Arcanjo, conforme previsto na Resolução 466/12, inciso II.21 (ressarcimento - compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação).

Caso o(a) Sr(a) autorize a participação, o(a) menor sob sua responsabilidade responderá a um questionário, com questões relacionadas aos conceitos de evolução biológica e à pandemia da covid-19, a ser aplicado pelo próprio autor/pesquisador, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, curso em rede nacional, ofertado pela UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, e funcionando no

CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO, município de São Mateus.

A identidade e os dados coletados serão mantidos em sigilo (em todas as fases da pesquisa), sendo os mesmos utilizados somente para o desenvolvimento da pesquisa, culminando com a escrita do Trabalho de Conclusão de Mestrado e, eventualmente, publicação de artigo relacionado diretamente à prática de ensino.

Os riscos desta pesquisa são mínimos, de origem psicológica, intelectual ou emocional, relacionados, por exemplo, à timidez ou vergonha ao responder o questionário; desconforto; estresse; quebra do sigilo; cansaço ao responder às perguntas. Para reduzir estes riscos, o pesquisador se compromete a manter o anonimato dos participantes, bem como destinar tempo compatível para as respostas ao questionário, sem qualquer tipo de pressão sobre os respondentes, que poderão inclusive, interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer tipo de punição. O benefício dessa pesquisa está diretamente relacionado ao processo de ensino e aprendizagem, visando melhorar a correta compreensão do conteúdo de evolução biológica, tanto pelos estudantes participantes, como por aqueles que futuramente poderão utilizar-se de seus resultados.

Informamos ao Sr(a) que, conforme Resolução 510 de 2016, do Conselho Nacional de Saúde em seu Artigo 19, § 2º O participante da pesquisa que vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação da pesquisa tem direito a assistência e a buscar indenização.

Se tiver alguma dúvida sobre a pesquisa, o(a) Sr(a) pode entrar em contato com o pesquisador responsável: Élique do Carmo Arcanjo, [eliquedocarmo@gmail.com](mailto:eliquedocarmo@gmail.com), (27) 99232-7598, ou mesmo com o Comitê de Ética e Pesquisa da UFES/CEUNES por meio do telefone: (27) 3312-1519, pelo e-mail: [cepceunes@gmail.com](mailto:cepceunes@gmail.com), pessoalmente ou pelo correio, através do endereço: Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Rodovia BR 101 Norte, Km 60 Bairro Litorâneo, São Mateus-ES, CEP: 29.932-540.

Este documento será impresso em duas vias, assinadas pelo Sr(a) e pelo pesquisador, sendo que cada um receberá uma via.

Consentimento do(a) responsável:

Autorizo a participação do(a) menor \_\_\_\_\_, na pesquisa: “ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA CAUSADA PELO NOVO CORONAVÍRUS”, conduzida pelo pesquisador Élique do Carmo Arcanjo. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador responsável sobre os procedimentos nela envolvidos.

Cariacica, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

\_\_\_\_\_  
RG

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
RG

## APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO (Pré-teste e Pós-teste)

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE EVOLUÇÃO: SELEÇÃO NATURAL, ADAPTAÇÃO E MUTAÇÕES, SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA DA COVID-19

#### PARTE I

1. Nas frases a seguir, qual estabelece a correta relação entre adaptação e seleção natural?

- a) A seleção natural permite que os indivíduos mais adaptados ao ambiente em que vivem deixem mais descendentes.
- b) A seleção natural elimina as adaptações dos seres vivos, aumentando o risco de extinção.
- c) A adaptação não tem relação com a seleção natural.
- d) O processo de seleção natural é que elimina as características favoráveis dos organismos.

2. O que são mutações?

- a) Mudanças aleatórias nos genes dos indivíduos.
- b) Alterações sempre induzidas pelo ambiente nos genes dos indivíduos.
- c) Mudanças genéticas que ocorrem apenas em plantas.
- d) Alterações genéticas aleatórias que ocorrem apenas em vírus.

3. De que modo as mutações podem afetar a evolução das espécies?

- a) Não têm qualquer relação com a evolução das espécies.
- b) Podem causar apenas características desfavoráveis nos indivíduos, aumentando seu risco de extinção.
- c) Mutações sempre originam características adaptativas nos organismos.
- d) Podem originar novas características em indivíduos, e estas serem selecionadas pela natureza.

4. Sobre o papel da seleção natural na evolução das espécies, assinale a alternativa correta:

- a) Sempre favorece a sobrevivência dos indivíduos mais fortes e maiores.
- b) Elimina os indivíduos menos adaptados, favorecendo a sobrevivência dos mais aptos.
- c) A seleção natural não tem qualquer influência na evolução das espécies
- d) Elimina os indivíduos mais adaptados, favorecendo a sobrevivência dos menos aptos

5. Pode-se compreender que características adaptativas são aquelas:

- a) Que tornam um indivíduo mais vulnerável às variações ambientais, aumentando seu risco de extinção.
- b) Que favorecem a sobrevivência e reprodução dos seres vivos no ambiente em que vivem.
- c) Que não têm qualquer relação com a adaptação dos seres vivos ao ambiente.
- d) Características que prejudicam a sobrevivência dos indivíduos no meio onde vivem.

## PARTE II

6. Assinale “V” para verdadeiro e “F” para falso nas afirmativas a seguir:

- a ( ) a teoria da seleção natural proposta por Charles Darwin, afirma que a evolução é um processo aleatório, sem regras ou leis científicas.
- b ( ) as mutações podem causar mudanças genéticas em quaisquer seres vivos, e foram as responsáveis pelo surgimento das variantes do vírus da Covid-19.
- c ( ) a dispersão de novos patógenos (agentes causadores de doenças), como foi o caso do SARS-CoV-2 e do H1N1, é exemplo de pressão seletiva, ou seja, força que atua sobre os indivíduos de uma população, selecionando os mais adaptados.
- d ( ) a vacinação contra a Covid-19 aumentou a capacidade de adaptação na população, reduzindo em consequência o número de mortes entre os indivíduos.
- e ( ) o processo que causou o surgimento de variantes do SARS-CoV-2 não tem qualquer relação com o fenômeno que origina variações nos demais seres vivos.

## **APÊNDICE E- SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

### **ENSINO DE EVOLUÇÃO E A PANDEMIA DA COVID-19: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

Élique do Carmo Arcanjo

Vander Calmon Tosta



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## APRESENTAÇÃO

O ensino de evolução é um dos temas mais desafiadores da biologia, como apontado em diversos estudos disponíveis na literatura (Tidon e Vieira, 2009; Bizzo e El-Hanni, 2009; Oliveira e Bizzo, 2015; Bizzo, 2021; Silva e Teixeira, 2021), sendo, por outro lado, imprescindível para compreender a diversidade de formas de vida na terra. Trata-se de condição *sine qua non* para dar sentido às diversas áreas da biologia, como eternizado na sentença do geneticista Dobzhansky (1973, p125) “nada na biologia faz sentido, exceto à luz da evolução”.

No intuito de subsidiar a prática docente na educação básica, provendo recurso didático que facilite por parte dos estudantes a compreensão de três conceitos chave da evolução, quais sejam seleção natural, adaptação e mutações, desenvolvemos, como parte integrante de uma pesquisa em nível de mestrado do programa PROFBIO, uma sequência didática investigativa abordando esses conceitos evolutivos, correlacionando-os com a pandemia da covid-19.

Esperamos que o uso desta sequência didática também facilite o trabalho docente no desenvolvimento do tema proposto, na medida em que contextualiza conceitos chave da teoria da evolução com um fenômeno contemporâneo, dando mais significado ao tema, favorecendo um maior engajamento por parte dos estudantes. Como apontado por Marques e Oliveira (2022), a contextualização encurta a distância entre o conhecimento científico e as situações cotidianas.

Organizamos esse guia de aplicação em duas partes. Na parte I, o roteiro com a sequência de atividades propostas e orientações ao professor, e na parte II, a título de ilustração, apresentamos alguns exemplos de atividades realizadas durante a pesquisa de desenvolvimento desse recurso didático, e um gabarito com as respostas ao questionário proposto.

## INTRODUÇÃO

Uma sequência didática é um conjunto de atividades, relacionadas entre si, organizadas e articuladas de forma planejada e orientada para alcançar um objetivo de aprendizagem específico (Zabala, 1998), apresentando-se como metodologia flexível e sistemática (Euzébio, Paulino e Conceição, 2021), que permite aos estudantes transcenderem do papel de leitores passivos a agentes no processo de construção do conhecimento. Nesta perspectiva, o ensino por investigação, é uma abordagem pedagógica que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, sendo estimulados a pensarem, de acordo com a estrutura do conhecimento, a falarem, de modo a evidenciar argumentos e conhecimentos construídos, a entenderem de modo crítico o conteúdo lido, bem como ser capazes de demonstrar clareza na tradução de ideias em escrita, evidenciando a capacidade autoral (Carvalho, 2018).

A utilização de sequência de ensino em evolução, de acordo com Trivelato e Tonidandel (2015), é capaz de promover investigações baseadas em observação e comparação por parte dos estudantes, colaborando na alfabetização científica, na medida em que aproxima os estudantes da natureza da ciência.

A questão norteadora (“o problema”) para iniciar uma sequência de ensino investigativa pode ser experimental, ou não, sendo, neste caso, baseado em fontes não experimentais, como textos, figuras de jornal, internet ou mesmo conceitos já solidificados pelos alunos (Carvalho, 2013).

Em consonância com os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular, a sequência didática contempla, entre outros, a habilidade e o objetivo a seguir:

Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (EM13CNT208): Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação.

Objetivo: compreender, sob a perspectiva de um fenômeno contemporâneo, os processos de mutação, seleção natural e adaptação, e sua importância na evolução das espécies, estimulando o desenvolvimento da curiosidade, do pensamento crítico e a capacidade de investigação científica através de atividades de pesquisa, análise e reflexão.

## **APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA**

No desenvolvimento dessa sequência didática investigativa foram pensados cinco momentos pedagógicos para sua aplicação com os estudantes, divididos em períodos em sala de aula (3 aulas) e períodos extraclasse (equivalentes a 2 aulas). Entretanto, essa organização pode ser adaptada pelo professor de acordo com sua realidade.

### **Parte I: Roteiro para aplicação da sequência didática**

#### **AULA 1 (Em sala): Apresentação do tema e da proposta:**

\* O professor expõe à turma a proposta de trabalhar alguns conceitos chave de evolução (seleção natural, adaptação e mutação) correlacionando-os com a pandemia da covid-19, utilizando para isso uma sequência de atividades didáticas investigativas.

\* Interessante enfatizar com os estudantes que eles participarão de forma ativa das atividades, pesquisando, formulando hipóteses, discutindo em grupos, argumentando e apresentando dados e conclusões de suas pesquisas. Após orientações iniciais, a turma deve ser organizada em grupos de 4 a 5 componentes, ou a critério do professor.

\* Utilizando um datashow, o professor expõe imagens (figuras de 1 a 5) ilustrando exemplos de adaptação e de seleção natural, e na sequência, para gerar a situação problematizadora, indaga à turma:

**“Que relações podem ser estabelecidas entre o surgimento das variantes do SARS-CoV-2 e a origem da diversidade de formas e características observadas entre outros organismos nas populações naturais?”**

\* Nos 10 minutos subsequentes, em cada grupo os estudantes devem discutir sobre a questão norteadora para, na sequência, manifestarem-se em relação a ela.

Figura 1: Papagaio verde



Fonte: Pixabay

Figura 2: Mariposas (*Biston betularia*)



Fonte: Pixabay

Figura 3: Bicho-pau



Fonte: Pixabay

Figura 4: Crianças africanas albinas



Fonte: istockphoto

Figura 5: Urutau (mãe da lua)



Fonte: istockphoto

\* Na sequência, o professor orienta os grupos a exporem oralmente suas opiniões/hipóteses acerca da questão norteadora. Eles também devem registrar essa opinião/hipótese e, para isso, sugerimos a criação e disponibilização de um mural virtual (Padlet), onde poderão ser registradas todas as contribuições produzidas pelos estudantes ao longo da aplicação da sequência didática. Como alternativas ao Padlet, pode ser utilizado o Canva, que disponibiliza modelos gratuitos de quadro branco online, totalmente colaborativos e interativos (tutorial disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=5d6kRZRBpa0> ), ou mesmo o Instagram. Neste caso, os estudantes podem criar um perfil específico para a atividade e fazer postagens com suas contribuições, compartilhando atualizações rápidas, reflexões ou momentos do processo de aprendizagem, permitindo um formato dinâmico e interativo.

\* Caso seja inviável a utilização de recursos digitais, devido a limitações da unidade de ensino, as contribuições podem ser feitas em cartazes coletivos ou murais físicos montados pelos grupos, e que possam ser socializados em espaços coletivos da escola.

\* Finalizando a primeira aula, os grupos devem ser orientados a realizar uma pesquisa extraclasse, equivalente às aulas 2 e 3, para apresentação e discussão na semana seguinte. Neste caso, dependendo da quantidade de grupos formada, cada tópico a seguir pode ser objeto de pesquisa de um ou mais grupos:

1. A trajetória do SARS-Cov-2 e o surgimento de variantes.
2. Evolução do número de mortes e de casos de covid- 19 no Espírito Santo, desde o início da pandemia, até o momento atual.
3. As vacinas contra a covid: das primeiras até as mais atuais, e seu efeito na redução do número de mortes no Espírito Santo.

\* Nota: a pesquisa que deu origem a esta sequência didática foi realizada em uma escola do Espírito Santo. Logo, os tópicos 2 e 3 para a pesquisa extraclasse focaram no levantamento de dados da Covid no estado do Espírito Santo. Todavia esses tópicos podem ser alterados, a critério do professor, em função da realidade em que atua, visando uma melhor contextualização.

\*Para a pesquisa extraclasse o professor deve orientar ainda que os grupos consultem fontes confiáveis, argumentando, inclusive, que isso é uma precaução para evitar a veiculação de “Fake News” relacionadas ao tema. Como exemplos de fontes oficiais, citamos: Painel Covid-19, do governo do estado do Espírito Santo (<https://coronavirus.es.gov.br/painel-covid-19-es>), painel coronavírus do ministério da saúde (<https://covid.saude.gov.br/>), ente outras.

\* Orientações complementares para a aula 1:

\* As imagens escolhidas para gerar a situação problematizadora evidenciam os fenômenos de mutação, seleção natural e adaptação em diferentes contextos. Assim, por exemplo, ao analisar a imagem do papagaio verde entre as folhas (figura1) deve ser percebido que a origem de seu padrão de cores se deu, principalmente, por mutações. A coloração verde, ao camuflar a ave entre as folhas, favoreceu sua sobrevivência, uma vez que dificultava sua visualização por predadores. Essa característica, gradativamente, foi fixada nas populações ao longo das gerações, ou seja, a seleção natural promoveu a fixação de uma característica adaptativa. Raciocínio semelhante deve ser utilizado na interpretação das imagens referentes às mariposas, bicho-pau e urutau (figuras 2, 3 e 5, respectivamente).

\* Com relação à imagem de crianças africanas albinas (figura 4) o foco é na origem dessa característica a partir de mutações, independentemente da etnia, ou seja, o albinismo não está relacionado apenas a populações de “pele clara” (também não é uma exclusividade da espécie humana).

\* A intenção é que os estudantes consigam, a partir da questão norteadora e das pesquisas subsequentes, identificarem que os mesmos fatores evolutivos que atuaram para moldar as características observadas nas ilustrações exibidas nas figuras de 1 a 5, estão relacionados tanto ao surgimento das variantes do SARS-CoV-2, por ocasião de sua dispersão na população, quanto à origem de novas características em quaisquer seres vivos.

**AULAS 2 e 3, preferencialmente geminadas (Em sala): apresentação e discussão dos resultados das pesquisas extraclasse realizadas pelos grupos:**

\* Cada grupo deve apresentar para a turma os resultados de sua pesquisa. Além de organizar a turma, o professor atua mediando os grupos durante essa apresentação. Os estudantes devem tentar estabelecer conexão entre os resultados encontrados e os conceitos de mutação, seleção natural e adaptação, o que sugerimos ser feito por meio de uma roda de conversa, com participação ativa dos estudantes.

\* Após as apresentações, análise e reflexão das considerações feitas pelos grupos, sugerimos que eles façam a produção coletiva de um texto argumentativo, apontando as evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19.

\*Para fins de registro e posterior divulgação das atividades realizadas, sugerimos utilizar o mural virtual (Padlet), ou uma das alternativas propostas no início das atividades.

\* Ao término da atividade o professor pode, a seu critério, aplicar um questionário sobre os conceitos abordados durante na SDI, visando averiguar os conceitos assimilados pelos estudantes. Na próxima página disponibilizamos um questionário contendo 6 questões objetivas, sendo 5 de múltipla escolha e 1 questão do tipo verdadeiro ou falso, abordando conceitos evolutivos tratados na SDI.

\* Também como sugestão, caso o professor queira utilizar o questionário utilizando recurso tecnológico, pode transformá-lo em um quiz utilizando a plataforma Kahoot. Em estudo sobre o uso desta plataforma como instrumento de avaliação e de ensino-aprendizagem, Sande e Sande (2018), destacam que os alunos citam a competição proporcionada pelo kahoot como estímulo ao aprendizado. Um tutorial para o uso do Kahoot está disponível no endereço eletrônico [https://youtu.be/w\\_Ir73e7A1Y?si=28QyFHo3jE0zCC68](https://youtu.be/w_Ir73e7A1Y?si=28QyFHo3jE0zCC68) .

## QUESTIONÁRIO

### Parte I: Questões de múltipla escolha

1. Nas frases a seguir, qual estabelece a correta relação entre adaptação e seleção natural?

- a) A seleção natural permite que os indivíduos mais adaptados ao ambiente em que vivem deixem mais descendentes.
- b) A seleção natural elimina as adaptações dos seres vivos, aumentando o risco de extinção.
- c) A adaptação não tem relação com a seleção natural.
- d) O processo de seleção natural é que elimina as características favoráveis dos organismos.

2. O que são mutações?

- a) Mudanças aleatórias nos genes dos indivíduos.
- b) Alterações sempre induzidas pelo ambiente nos genes dos indivíduos.
- c) Mudanças genéticas que ocorrem apenas em plantas.
- d) Alterações genéticas aleatórias que ocorrem apenas em vírus.

3. De que modo as mutações podem afetar a evolução das espécies?

- a) Não têm qualquer relação com a evolução das espécies.
- b) Podem causar apenas características desfavoráveis nos indivíduos, aumentando seu risco de extinção.
- c) Mutações sempre originam características adaptativas nos organismos.
- d) Podem originar novas características em indivíduos, e estas serem selecionadas pela natureza.

4. Sobre o papel da seleção natural na evolução das espécies, assinale a alternativa correta:

- a) Sempre favorece a sobrevivência dos indivíduos mais fortes e maiores.
- b) Elimina os indivíduos menos adaptados, favorecendo a sobrevivência dos mais aptos.

- c) A seleção natural não tem qualquer influência na evolução das espécies
- d) Elimina os indivíduos mais adaptados, favorecendo a sobrevivência dos menos aptos

5. Pode-se compreender que características adaptativas são aquelas:

- a) Que tornam um indivíduo mais vulnerável às variações ambientais, aumentando seu risco de extinção.
- b) Que favorecem a sobrevivência e reprodução dos seres vivos no ambiente em que vivem.
- c) Que não têm qualquer relação com a adaptação dos seres vivos ao ambiente.
- d) Características que prejudicam a sobrevivência dos indivíduos no meio onde vivem.

#### Parte II: Questões de verdadeiro ou falso

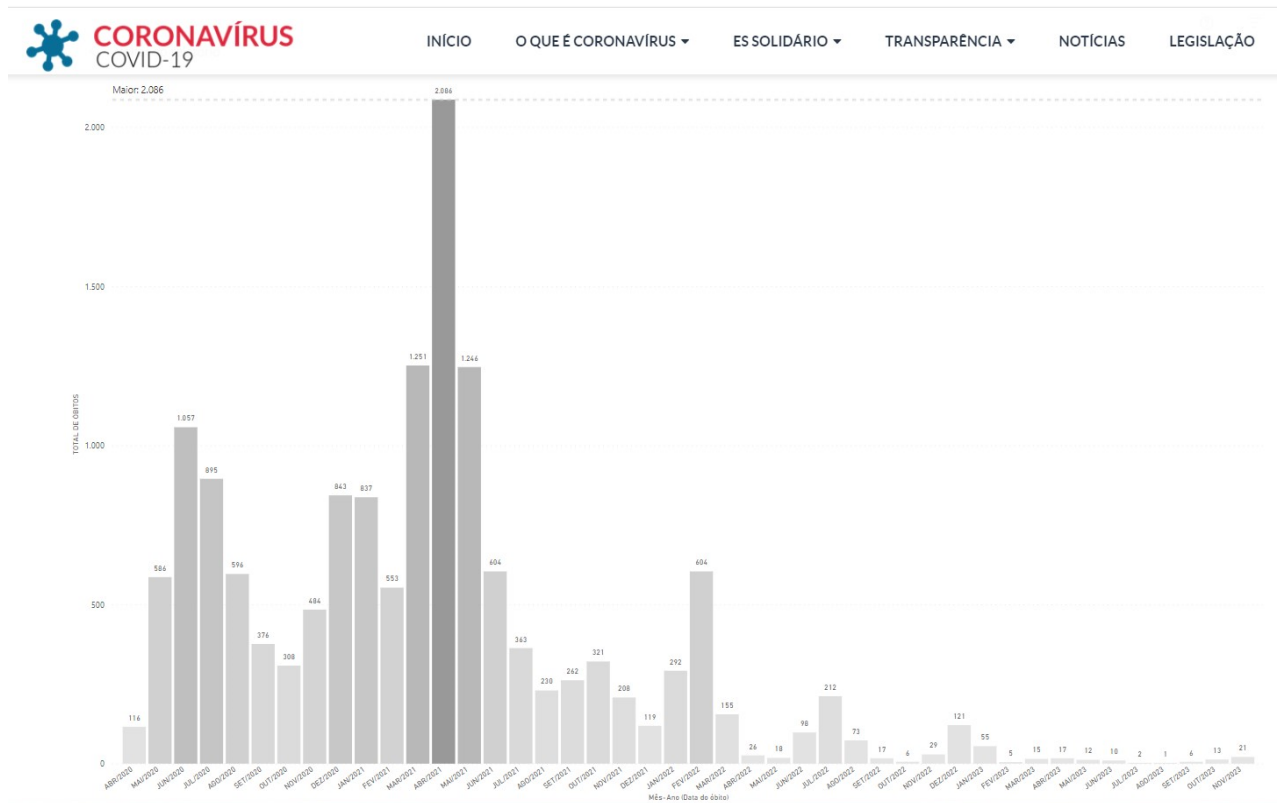
6. Assinale “V” para verdadeiro e “F” para falso nas afirmativas a seguir:

- a ( ) a teoria da seleção natural proposta por Charles Darwin, afirma que a evolução é um processo aleatório, sem regras ou leis científicas.
- b ( ) as mutações podem causar mudanças genéticas em quaisquer seres vivos, e foram as responsáveis pelo surgimento das variantes do vírus da Covid-19.
- c ( ) a dispersão de novos patógenos (agentes causadores de doenças), como foi o caso do SARS-CoV-2 e do H1N1, é exemplo de pressão seletiva, ou seja, força que atua sobre os indivíduos de uma população, selecionando os mais adaptados.
- d ( ) a vacinação contra a Covid-19 aumentou a capacidade de adaptação na população, reduzindo em consequência o número de mortes entre os indivíduos.
- e ( ) o processo que causou o surgimento de variantes do SARS-CoV-2 não tem qualquer relação com o fenômeno que origina variações nos demais seres vivos.

## Parte II: Alguns exemplos de atividades realizadas na aplicação do instrumento “Ensino de Evolução e a Pandemia da Covid-19: uma Sequência Didática Investigativa”

Na figura 6, apresentada abaixo, em resposta à pesquisa extraclasse sobre a evolução do número de mortes e de casos de covid- 19 no Espírito Santo, os estudantes trouxeram as informações na forma de um gráfico de colunas, obtido da plataforma painel covid, do governo do estado do Espírito Santo.

Figura 6: Gráfico da evolução de mortes causadas pela covid- 19 no Espírito Santo



Fonte: Painel Covid-19

A partir do gráfico é possível abordar, por exemplo, a seleção natural atuando fortemente quando ainda não havia vacina disponível, discutindo, nessa perspectiva, a importância do isolamento social tão recomendado àquela ocasião. Ao analisar a queda nos picos de óbitos ao longo do tempo, cabe relacionar com o fenômeno de adaptação, oportunidade em que é muito pertinente estabelecer relação com a imunidade coletiva induzida, principalmente, pela vacinação.

Na tabela 1, apresentada a seguir, temos registros periódicos de números de óbitos e casos e, a partir deles, a relação óbitos x casos. Com base nos dados coletados, pode-se comparar as taxas de mortalidade por covid antes e após a vacinação em massa da população.

Tabela 1: Relação entre número de óbitos e número de casos de Covid

<b>Data de registro</b>	<b>Número de óbitos</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Óbitos x casos</b>
01/04/2020	4	463	1:115,75
01/06/2020	731	23.813	1:32,57
01/08/2020	2.673	94.219	1:35,24
01/12/2020	4.444	218.258	1:49,11
01/06/2021	11.261	507.359	1: 45,09
01/12/2021	13.229	630.937	1:47,69
01/12/2022	14.873	1.255.367	1:84,91
01/12/2023	15.151	1.359.328	1:89,71

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

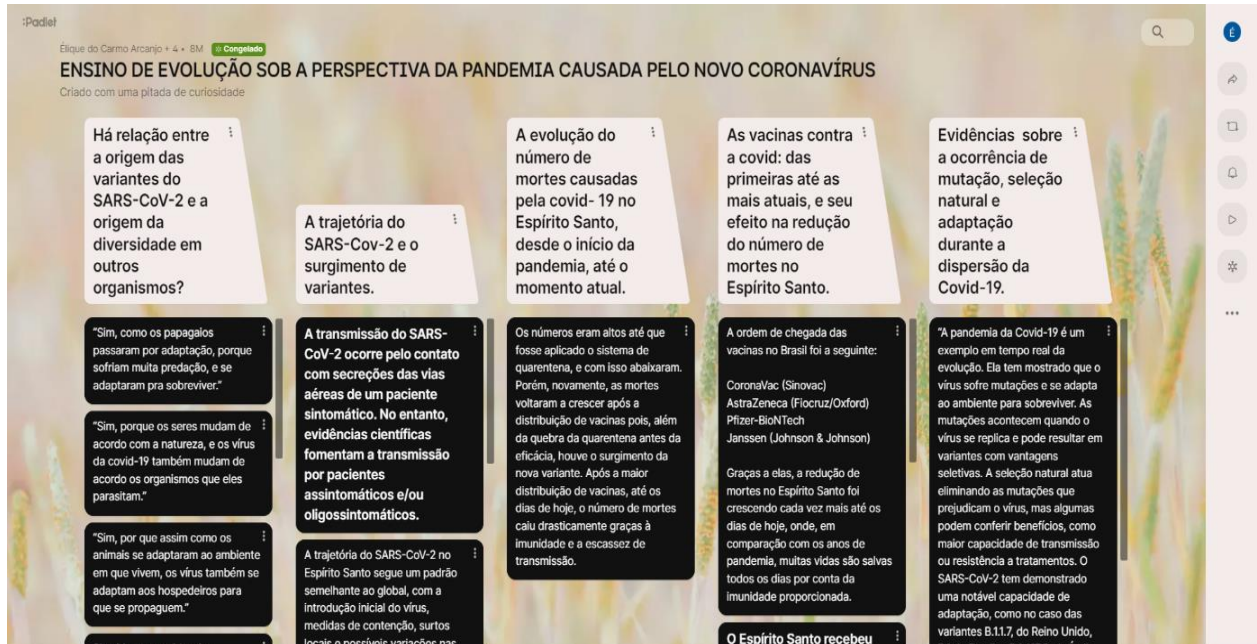
Assim, tomando como exemplo as datas de 01/06/2020, 01/12/2020, 01/12/2021, 01/12/2022 e 01/12/2023, observamos as seguintes taxas, respectivamente: 3,07%, 2,03%, 2,09%, 1,17% e 1,11%. Aqui apresenta-se uma boa oportunidade para discutir as razões da queda na taxa de mortalidade ao longo do tempo, ocasião em que se pode recordar todo o processo de vacinação, desde o início até atingir uma cobertura vacinal que de fato fosse traduzida numa elevada taxa de imunização e, por conseguinte, de adaptação da população em relação ao SARS-CoV2.

Pode-se incluir nessa discussão também a adaptação decorrente da imunidade desencadeada a partir da infecção por covid e, a partir dela, as razões para não expor maciçamente a população à infecção, como defendido por alguns no período anterior à disponibilidade de vacinas, sob alegação de gerar imunidade coletiva. São muitas as possibilidades para enriquecer as discussões.

A figura 7, na próxima página, apresenta um recorte do mural virtual (Padlet) com as contribuições dos estudantes em relação à questão norteadora, às pesquisas

extraclasse, e às argumentações decorrentes das discussões em grupo e da roda de conversa realizadas por ocasião da aplicação desta sequência didática.

Figura 7: Mural virtual (Padlet)



Fonte: [padlet.com/eliquedocarmo/ensino-de-evolu-o-sob-a-perspectiva-da-pandemia-causada-pelo-ba9xgvmh8cgua5zm](https://padlet.com/eliquedocarmo/ensino-de-evolu-o-sob-a-perspectiva-da-pandemia-causada-pelo-ba9xgvmh8cgua5zm)

Embasados na interpretação dos dados de nossa pesquisa, temos convicção que essa sequência didática apresenta potencial para contribuir substancialmente na atividade docente, na medida em que favorece o processo de ensino-aprendizagem, melhorando o engajamento dos estudantes por meio da abordagem contextualizada de alguns conceitos chave da evolução.

## GABARITO COM RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

### Parte I: Questões de múltipla escolha

1. A) A seleção natural permite que os indivíduos mais adaptados ao ambiente em que vivem deixem mais descendentes.
2. A) Mudanças aleatórias nos genes dos indivíduos.
3. D) Podem originar novas características em indivíduos, e estas serem selecionadas pela natureza.
4. B) Elimina os indivíduos menos adaptados, favorecendo a sobrevivência dos mais aptos.
5. B) Que favorecem a sobrevivência e reprodução dos seres vivos no ambiente em que vivem.

### Parte II: Questões de verdadeiro ou falso

6. A: Falso
6. B: Verdadeiro
6. C: Verdadeiro
6. D: Verdadeiro
6. E: Falso

## REFERÊNCIAS

BIZZO, Luís. Pandemia da COVID-19: a evolução sob nossos olhos. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 450–457, 2021. DOI: 10.55838/1980-3540.ge.2021.402. Disponível em: <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/view/402>. Acesso em: 10 ago. 2023

BIZZO, Nelio; EL-HANI, Charbel Niño. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 235-257, 2009.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 765-794, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 27 out. 2022.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al* (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-21.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. **The American Biology Teacher**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 125-129, 1 mar. 1973. University of California Press. <http://dx.doi.org/10.2307/4444260>. Disponível em: <https://biologielernprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

EUZEBIO, Umberto; PAULINO, Henrique Monteiro; CONCEIÇÃO, João Paulo Araújo. COVID-19 E ARTIGO DE OPINIÃO: uma proposta de sequência didática / covid-19 and opinion article. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 2462-2483, 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-168>. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/22818>. Acesso em: 10 out. 2022.

MARQUES, Pedro Thiago Ferreira; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. A BNCC de 2018 e o PNLD 2021: Uma análise a partir da interdisciplinaridade e contextualização.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E OS ESTUDANTES BRASILEIROS: conhecimento e aceitação. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 161, 2 jun. 2016. Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n2p161>. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/48>. Acesso em: 24 jul. 2022.

SANDE, Denise; SANDE, Danilo. USO DO KAHOOT COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO E ENSINO-APRENDIZAGEM NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL. *HOLOS*, [S. l.], v. 1, p. 170–179, 2018. DOI:

10.15628/holos.2018.6300. Disponível em:

<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6300>. Acesso em: 02 set. 2024.

SILVA, Noel Barbosa da; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Evolução biológica: dificuldades e fatores variáveis na aprendizagem dos estudantes do ensino

médio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 817–837, 2021. DOI: 10.46667/renbio.v14i2.618. Disponível em:

<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/618>. Acesso em: 2 set. 2024.

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, Campinas, n. 107, 2009. Disponível em

<[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151976542009000300008&lng=pt&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151976542009000300008&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 23 jul. 2022.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: EIXOS ORGANIZADORES PARA SEQUÊNCIAS DE ENSINO DE BIOLOGIA. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, nov. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 29 out. 2022.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Tradução de: Ernani F. da F. Rosa.

## APÊNDICE F- ENQUETE (Pesquisa de Opinião)

1. A estratégia utilizada (sequência didática investigativa) facilitou a compreensão do tema proposto (Conceitos Básicos de Evolução):

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

2. Relacionar os conceitos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação com a pandemia da Covid-19 tornou a aula mais interessante que simplesmente apresentar esses conceitos de modo tradicional:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

3. Discutir em grupos, para investigar a questão norteadora [...] foi mais produtivo que de modo individual:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

4. As pesquisas extraclasse estimularam meu interesse em investigar e interagir com o assunto:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

5. Apresentar para os colegas as conclusões da pesquisa extraclasse e discutir em grupos contribuiu de modo significativo para minha compreensão do assunto:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

6. A produção coletiva do texto argumentativo, apontando as evidências encontradas na pesquisa sobre a ocorrência dos fenômenos evolutivos de mutação, seleção natural e adaptação durante a dispersão da Covid-19, foi uma atividade que estimulou meu envolvimento e participação na aula:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

7. Gostei da estratégia investigativa da atividade, pois me proporcionou pesquisar e rever alguns erros conceituais que trazia sobre o processo evolutivo:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

8. Trazer um fenômeno contemporâneo como a Covid-19 para abordar o conteúdo de evolução deu mais significado a esse tema, aumentando meu interesse e participação nas atividades propostas:

- a) discordo totalmente
- b) discordo parcialmente
- c) indiferente
- d) concordo parcialmente
- e) concordo totalmente

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

CENTRO UNIVERSITÁRIO  
NORTE DO ESPÍRITO SANTO -  
UFES



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ENSINO DE EVOLUÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA PANDEMIA CAUSADA PELO NOVO CORONAVÍRUS

**Pesquisador:** ELIQUE DO CARMO ARCANJO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 72058623.5.0000.5063

**Instituição Proponente:** CENTRO UNIVERSITARIO NORTE DO ESPIRITO SANTO - CEUNES

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.471.588

#### Apresentação do Projeto:

O projeto é oriundo do curso PROFBIO (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), e a pesquisa, de cunho qualitativo, será desenvolvida em uma escola da rede estadual, situada em Cariacica – ES, em uma turma de 1ª série do Ensino Médio de 2023. A expectativa é que a pesquisa gere como produto, paralelamente ao desenvolvimento do trabalho de conclusão de mestrado (TCM), uma sequência didática abordando os conceitos evolutivos de seleção natural, mutações e adaptação, correlacionando-os com a pandemia da covid-19. Trata-se de um tema atual, diretamente relacionado a aspectos da biologia evolutiva, como as mutações, por exemplo, e que se apresenta com grande potencial para ser utilizado como instrumento de ensino de evolução por meio de sequência didática investigativa. Seguindo tal premissa, os alunos sujeitos da pesquisa desenvolverão atividades mobilizando, entre outras habilidades, a problematização e formulação de hipóteses sobre as mudanças do SARS-CoV2 ao longo de sua dispersão pelo planeta, relacionando aos conceitos de seleção natural, mutação e adaptação. Os participantes serão submetidos a um questionário antes e após o desenvolvimento das atividades, caracterizando pré e pós-teste.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver uma sequência didática investigativa para o ensino de evolução, estabelecendo

**Endereço:** Rodovia BR101 Norte, Km 60

**Bairro:** Litorâneo

**CEP:** 29.932-540

**UF:** ES

**Município:** SAO MATEUS

**Telefone:** (27)3312-1519

**Fax:** (27)3312-1510

**E-mail:** cepceunes@gmail.com

**CENTRO UNIVERSITÁRIO  
NORTE DO ESPÍRITO SANTO -  
UFES**



Continuação do Parecer: 6.471.588

relação com o fenômeno da pandemia da covid- 19.

**Objetivo Secundário:**

Relacionar, através do uso de sequência didática investigativa, a teoria evolutiva com o fenômeno da covid19, abarcando os conceitos de seleção natural, de mutações e de adaptação.

Identificar, através de questionário prévio, os erros mais comuns sobre a ocorrência do processo evolutivo trazidos pelos estudantes.

Otimizar a correta compreensão dos conceitos chave de evolução através do uso de sequência didática investigativa relacionada à pandemia da covid-19.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Foi informado pelo pesquisador:

Os riscos desta pesquisa são mínimos, de origem psicológica, intelectual ou emocional, relacionados, por exemplo à timidez ou vergonha ao responder o questionário; desconforto; estresse; quebra do sigilo; cansaço ao responder às perguntas. Para reduzir estes riscos, o pesquisador se compromete a manter o anonimato dos participantes, bem como destinar tempo compatível para as respostas ao questionário, sem qualquer tipo de pressão sobre os respondentes, que poderão inclusive, interromper sua participação a qualquer momento, sem qualquer tipo de punição.

O benefício dessa pesquisa está diretamente relacionado ao processo de ensino e aprendizagem, visando melhorar a correta compreensão do conteúdo de evolução biológica, tanto pelos estudantes participantes, como por aqueles que futuramente poderão utilizar-se de seus resultados.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa de relevância na referida área de pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as solicitações foram atendidas, sendo o parecer de aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Sr(a). Pesquisador(a),

<b>Endereço:</b> Rodovia BR101 Norte, Km 60	<b>CEP:</b> 29.932-540
<b>Bairro:</b> Litorâneo	
<b>UF:</b> ES	<b>Município:</b> SAO MATEUS
<b>Telefone:</b> (27)3312-1519	<b>Fax:</b> (27)3312-1510
	<b>E-mail:</b> cepceunes@gmail.com

**CENTRO UNIVERSITÁRIO  
NORTE DO ESPÍRITO SANTO -  
UFES**



Continuação do Parecer: 6.471.588

- a) Segundo a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), a eticidade da pesquisa implica em assegurar aos participantes da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa (Título III, 1.n). Tal imperativo deve constar dos Projetos e devem ser previstas formas de tais benefícios;
- b) De acordo com a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), o pesquisador deve apresentar Relatórios Semestrais de sua pesquisa (Título X, X.1, item 3, letra b). Para pesquisa com duração menor que um ano, Relatório Final (Regimento Interno do CEP/CEUNES, Art. 34º). Os Relatórios Parcial e Final devem ser enviados através da Plataforma Brasil (item "enviar notificação", anexar o respectivo documento).
- c) Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas (Norma Operacional CNS nº 001/2013, 2.1.H.1).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2171323.pdf	27/09/2023 22:42:22		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_Elique_do_Carmo_Arcanjo.pdf	27/09/2023 22:40:32	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_CORRIGIDO.pdf	27/09/2023 22:32:19	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CORRIGIDO.pdf	27/09/2023 22:31:26	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_Elique_do_Carmo_Arcanjo_Corrigido.pdf	27/09/2023 22:30:27	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_COMPROMISSO_PESQUISADOR_2.pdf	31/07/2023 21:07:13	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_COMPROMISSO_PESQUISADOR_1.pdf	31/07/2023 21:05:16	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoProjetoPesquisEliqueAssinado.pdf	05/07/2023 15:02:50	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_Elique_do_Carmo_Arcanjo.pdf	04/07/2023 22:44:10	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito

**Endereço:** Rodovia BR101 Norte, Km 60  
**Bairro:** Litorâneo **CEP:** 29.932-540  
**UF:** ES **Município:** SAO MATEUS  
**Telefone:** (27)3312-1519 **Fax:** (27)3312-1510 **E-mail:** cepceunes@gmail.com

**CENTRO UNIVERSITÁRIO  
NORTE DO ESPÍRITO SANTO -  
UFES**



Continuação do Parecer: 6.471.588

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Carta_de_Anuencia_Escola.pdf	04/07/2023 22:41:53	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/07/2023 22:36:17	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	04/07/2023 22:31:13	ELIQUE DO CARMO ARCANJO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO MATEUS, 30 de Outubro de 2023

---

**Assinado por:  
Juliano Manvailer Martins  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rodovia BR101 Norte, Km 60  
**Bairro:** Litorâneo **CEP:** 29.932-540  
**UF:** ES **Município:** SAO MATEUS  
**Telefone:** (27)3312-1519 **Fax:** (27)3312-1510 **E-mail:** cepceunes@gmail.com